

GISELE ESCOURROU

CLIMATS ET TYPES DE TEMPS EN NORMANDIE

TOME II

THESE PRESENTEE DEVANT L'UNIVERSITE DE PARIS IV

— LE 24 MAI 1975 —

ATELIER
REPRODUCTION DES THESES
UNIVERSITE DE LILLE III
LILLE

DIFFUSION
LIBRAIRIE HONORE CHAMPION
7, QUAI MALAQUAIS
PARIS

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549912_0009

GISELE ESCOURROU

CLIMATS ET TYPES DE TEMPS EN NORMANDIE

TOME II

THESE PRESENTEE DEVANT L'UNIVERSITE DE PARIS IV

— LE 24 MAI 1975 —

ATELIER
REPRODUCTION DES THESES
UNIVERSITE DE LILLE III
LILLE

DIFFUSION
LIBRAIRIE HONORE CHAMPION
7, QUAI MALAQUAIS
PARIS

1978



L'Atelier de Reproduction des Thèses décline toute responsabilité
touchant la qualité technique des documents qu'il reproduit.

La loi du 11 mars n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite" (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

ISBN 2 - 7295 - 0035 -9
© Gisèle ESCOURROU, 1978

QUATRIÈME PARTIE

LES CLIMATS RÉGIONAUX

L'étude régionale sera inégalement traitée. Il serait certes possible d'étudier dans chaque petite région les températures, les précipitations, les vents ... Mais trop souvent, les différences se chiffrent par dixièmes de degrés, trente ou quarante millimètres de pluie ... Les instruments utilisés ne permettent guère une très grande précision, surtout pour les précipitations ; les chiffres n'ont pas toujours été relevés à la même époque et ne sont guère comparables pour cette raison. Les imperfections sont telles qu'une étude minutieuse et systématique n'aurait pas grande signification.

L'étude régionale sera regroupée autour de deux thèmes principaux :

1°- le climat côtier,

2°- la recherche de limites régionales.

La Normandie est, après la Bretagne, la province française qui possède le plus de côtes offrant des orientations diverses. Peu de recherches ont été effectuées jusqu'à présent sur le climat côtier. Comment définir ce climat côtier ? Comment s'exerce l'influence de la mer ? ... Les questions sont multiples. Regrouper toutes les côtes permettra de mieux répondre.

Le climat normand n'est pas homogène. Dès la première partie, on avait souligné ce phénomène. Certains types de temps exercent des actions fort différentes selon les lieux. Les différences d'une région à l'autre sont-elles

tranchées ? Passe-t-on progressivement, au contraire, d'un faciès à un autre ? La recherche des limites climatiques est donc importante :

1°- Elle permet de mieux comprendre les facteurs qui expliquent les différences régionales, et par conséquent de mieux connaître les climats.

2°- Elle met en valeur l'originalité climatique de certaines parties de la Normandie.

Cette étude régionale est orientée davantage vers une meilleure compréhension des phénomènes climatiques que vers une étude analytique et exhaustive des nuances régionales.

C h a p i t r e X I

DÉFINITION ET LIMITES DU CLIMAT CÔTIER

Tout le monde connaît les principaux caractères du climat littoral : températures douces, amplitude faible tant journalière qu'annuelle, pluies abondantes, vents forts. En fait, les véritables définitions du climat littoral sont très rares. Il est le plus souvent assimilé au climat océanique.

La brise de mer existe-t-elle en Normandie ? Elle est surtout décrite dans les climats chauds.

L'étude commencera par la définition du climat côtier, définition qui aboutit à une recherche des limites du climat littoral (Chapitre XI).

La deuxième étape permettra une étude minutieuse du climat des côtes (Chapitre XII).

La troisième montrera les différences régionales qui peuvent exister à l'intérieur du climat littoral (Chapitre XIII).

Peu à peu, il sera ainsi possible de dégager les principaux éléments qui agissent sur le climat marin, de voir comment la mer exerce son action.

I- DÉFINITION DU CLIMAT LITTORAL

La mer est un réservoir d'eau, tiède en hiver, fraîche en été, une étendue plane et glissante qui réduit presque à néant les forces de frottement. Ces caractères particuliers expliquent :

- la faible amplitude thermique,
- la forte humidité,
- le vent violent.

L'étude approfondie de quelques stations souligne des particularités importantes. Cherbourg est beaucoup plus chaude que la très grande majorité des postes de la côte Sud de Bretagne ; la pluviosité de Dieppe ou de Fécamp ne ressemble pas à celle des îles bretonnes ; la vitesse des vents à Cherbourg-Chantereyne est plus faible qu'à Carpiquet, située à l'intérieur ...

Séparer les caractères particuliers du littoral et ceux du climat océanique (opposition d'une masse maritime à toute une masse continentale) doit préliminer à l'étude du climat des côtes normandes. Le manque de stations complique notre tâche. La différence d'altitude entre des stations, à quelque distance les unes des autres, crée une seconde difficulté.

Au Nord de la Seine, l'altitude des stations retenues varie entre 100 et 150 mètres :

La Hève (Sainte-Adresse)	100 mètres
Fécamp	104 m
Goderville	124 m
Auzebosc	142 m

Pour les pluies, on peut ajouter :

La Poterie Cap d'Antifer	102 mètres
Auffay	125 m

Si l'on utilise Rouen-Boos, les calculs ne pourront commencer qu'en 1969.

Deauville-Saint-Gatien : 144 m, Canappeville dans le Neubourg (145 m) et Evreux-Huest peuvent compléter cet ensemble.

Pour le reste de la Normandie, les stations côtières ont des altitudes très différentes de celles des stations intérieures. Il n'existe plus de station côtière dans le Calvados. Avant 1970, il est possible de comparer :

Longues	66 mètres
Caen-Carpiquet	66 m
Lieury	60 m à la rigueur.

On élimine Saint Gabriel, pourtant proche de la côte, car les relevés ne sont pas très fiables.

Dans le département de la Manche, la variété des altitudes et des positions rend difficiles toutes comparaisons.

Pour les précipitations, le choix des stations est plus large.

II- VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE ***** ET CLIMAT LITTORAL *****

Un certain nombre de questions doivent être abordées pour définir avec précision le climat littoral :

- la douceur des hivers,
- la fraîcheur des étés,
- la faible amplitude diurne ou annuelle,

- la date du mois où une des températures minimales est la plus basse,
- le mois où la moyenne des températures maximales est la plus élevée.

Pour cette étude, comme pour celle des précipitations, les réseaux relativement homogènes du Pays de Caux permettent les comparaisons les plus utiles. Dans les autres régions littorales, le relief, plus varié, perturbe l'action de la mer.

Éliminons d'abord les éléments qui paraissent peu caractéristiques du climat littoral.

1°- La date du mois le plus froid ou le plus chaud.

Le mois de Février, considéré comme mois le plus froid, ne constitue pas un élément caractéristique du climat littoral.

Moyenne 1681-1930

Les minima les plus bas apparaissent :

en Janvier	en Février	les deux mois
Le Havre	Rouen	Dieppe
Sainte-Marie-du Mont	Caen	Trouville
Saint-Lo	Alençon	Evreux
	Cherbourg	
	La Hague	
	Port Bail	

Chaque catégorie comprend stations côtières et stations continentales.

Moyenne 1921-1930

On relève les minima les plus bas :

en Janvier	en Février	les deux mois
Longues	Dieppe	Deauville
Villerville	Fécamp	Dinard
Port-Bail	La Hève	
Rouen	Barfleur	
Alençon	Cherbourg	
Caen	La Hague	
	Iles Chausey	
	Pointe du Roc	

Si l'on considère pendant cette période la moyenne

In +Ix, bien peu de stations sont plus froides en Février :

2

Barfleur
Cherbourg
La Hague
Iles Chausey,

c'est-à-dire la partie Nord du Cotentin.

Pendant la période 1931-1960, Janvier et Février ont la même température à La Hève.

D'une période à une autre, les résultats sont très variables. L'influence du refroidissement progressif de la mer semble plus une influence régionale que littorale. Elle est le reflet du climat océanique pur et non d'un climat littoral quelconque.

Une étude plus précise réalisée pour la période 1961-1970, laps de temps court certes, permet de comparer un plus grand nombre de stations.

La carte R p. 540 souligne bien la prépondérance de l'influence régionale sur l'influence littorale. La partie

occidentale a pour mois le plus froid Février, le reste du littoral Janvier, et les parties les plus orientales, Décembre.

La comparaison des différences de température pour trois stations normandes, de plus en plus éloignées de la côte, confirme les constatations précédentes.

Différences de température entre Janvier et Février
pour les dix années 1961-1970.

Février plus chaud que Janvier			Février plus froid		
<u>Fécamp</u>	<u>Goderville</u>	<u>Auzebosc</u>	<u>Fécamp</u>	<u>Goderville</u>	<u>Auzebosc</u>
+ 2°9	+ 2°9	+ 3°5	- 0°9	- 1°9	- 2°1
+ 1°6	+ 0°7	+ 1°5	- 1°8	- 2°2	- 1°6
+ 3°4	+ 3°5	+ 2°7	- 1°6	- 1°2	- 1°2
+ 5°1	+ 5°9	+ 5°8	- 3°4	- 3°6	- 4°5
+ 0°3	+ 0°3	+ 0°7	- 1°2	+ 0°6	- 2°1

En dix ans, on compte autant de mois de Janvier froids que de mois de Février froids, sauf à Goderville. Trois fois sur cinq, la différence la plus importante entre Janvier et Février est observée à Auzebosc, la station la plus intérieure. On voit apparaître un nouvel élément : le type de temps joue un rôle plus important que la proximité de la mer pour expliquer les différences de moyennes entre Janvier et Février.

Le réchauffement de la mer survient plus lentement dans les stations côtières ; Août devrait donc être le mois le plus chaud.

Moyenne 1891-1931

Dans toutes les stations, le mois de Juillet présente la moyenne des maxima la plus élevée, sauf à :

Sainte-Marie-du-Mont
Cherbourg
Cap-de-La-Hague.

On constate le même phénomène : la différence est régionale plus que littorale.

Pour la période 1921-1950 :

Juillet plus chaud	Août plus chaud
Caen	Dieppe
Deauville	Fécamp
Villerville	La Hève
Port-Bail	Longues
	Barfleur
	Cherbourg
	La Hague
	Iles Chausey
	Pointe-du-Roc
	Dinard

Dans les autres stations de l'intérieur, Juillet est le plus chaud. Les résultats sont semblables pour la période 1931-1960, 1961-1970.

La carte R p. 541 souligne davantage l'influence de la côte sur les maxima.

La comparaison des trois stations du pays de Caux confirme ce fait :

	<u>Fécamp</u>	<u>Goderville</u>	<u>Auzebosc</u>
1961	+ 0°6	- 0°3	+ 0°3 en Août
1962		- 0°5	+ 0°6
1963	- 1°	- 2°7	- 2°3
1964	+ 0°6	- 0°3	- 0°4

1965	+ 0°9	+ 1°4	+ 1°1
1966	+ 1°3	+ 0°9	+ 1°
1967	- 0°2	- 2°6	- 2°2
1968	+ 1°1	-	- 0°2
1969	+ 0°2	- 0°8	- 1°6
1970	+ 0°8	+ 1°3	+ 1°

Pendant les dix ans, Juillet a été deux fois le mois le plus chaud, à Fécamp et à Dieppe, et cinq fois à Auzebosc, six fois à Goderville. Ces exemples soulignent toujours l'influence des types de temps, mais celle-ci ne masque pas, comme en hiver, l'action de la mer. Malgré tout, les facteurs régionaux restent importants : à La Hève, par exemple, cinq fois Juillet est le plus chaud, cinq fois Août. Les résultats sont semblables à Caen, Alençon ou Cherbourg.

Plusieurs sections apparaissent le long de la côte. Si nous les classons selon leurs ressemblances avec le climat océanique pur (Février et Août, mois extrêmes), on obtient :

- la côte du Cotentin,
- la côte occidentale de Normandie,
- la côte du Pays de Caux,
- la côte au Sud de la Seine.

2°- La douceur des hivers et la fraîcheur des étés.

Les deux éléments importants sont les minima en hiver et les maxima en été. L'influence de la mer est assez faible sur les maxima en hiver ; peu d'écart entre eux et la température de la mer ; parfois, ils sont plus élevés. Par

contre, les écarts sont importants entre les températures les plus basses et la température de la mer. En été, le phénomène est inverse : la mer est souvent plus chaude que les minima, mais elle est beaucoup plus fraîche que les maxima. Ceci explique une dégradation très nette des minima en hiver et des maxima en été de la côte vers l'intérieur.

Pour les vingt dernières années, tous les minima les plus bas relevés dans les stations non côtières sont inférieurs à 1°, même aux stations assez proches du littoral comme Caen, Deauville-Saint-Gatien ou Baupré (pourtant à faible altitude).

Toutes les stations côtières ont des températures supérieures à 1°. Bien entendu, le Cotentin représente une exception avec ses minima moyens proches de 4°.

Ce chiffre de 1° n'apparaît pas aussi important dans les autres moyennes. Par exemple, pour la période 1921-1950, Caen dépasse 1°8 ; mais, jusqu'en 1930, les relevés sont ceux de l'Ecole Normale, située dans la ville, à une altitude plus basse que Carpiquet, deux raisons qui expliquent la différence. Aucune station côtière n'a une température inférieure à 1°. Pour la période 1891-1930, des stations non côtières ont parfois des moyennes supérieures à 1° :

Sainte-Honorine-du-Fay	1°2 en Février
Sainte-Marie-du-Mont	2°2 en Janvier
Saint-Lo	1°4 en Janvier
Caen	1°3 en Février

On a le résultat certain : toutes les stations côtières de Normandie possèdent une température moyenne des minima supérieure à 1° (ce chiffre serait de 2° pour la Bretagne) pour le mois le plus froid.

Comment la température se dégrade-t-elle vers l'intérieur ? Ce phénomène est assez difficile à étudier en raison du manque de stations et des altitudes différentes. Nous disposons, en Haute-Normandie, de 5 postes placés dans des sites semblables, à des altitudes voisines. Ils ont fonctionné trois ans simultanément. Aussi allons-nous comparer les différences des températures minima pour les trois hivers

1969-1970

1970-1971

1971-1972.

	Fecamp 104 m	Goderville 124 m	Auzebosc 142 m	Boos 155	Eurégagny 94 m	Beauvais 101 m	Belun 91 m
1969	1°5	- 0°4	- 0°7	- 1°2	- 1°4	- 1°5	- 1°8
1970	3°5	0°9	3°3	2°	2°2	1°5	1°3
1971	2°3	1°5	0°	0°3	0°8	0°4	1°2
1972	2°	0°5	- 0°2	- 0°5	- 0°1	- 0°3	- 0°5
1973	2°5	0°8	0°8	1°	0°9	0°6	- 0°3
1974	3°3	1°2	1°	1°1	1°1	1°7	1°6
1975	4°1	1°7	1°7	2°	2°3	2°3	1°6
1976	2°4	0°4	0°6	0°4	0°4	0°1	0°1
1977	3°4	1°7	2°	1°9	1°6	1°3	2°3
Moyenne	2°9	0°9	0°9	0°8	0°9	0°5	0°5

Moyenne des minima pendant les trois hivers

La lecture de ce tableau fait apparaître clairement la brusque diminution de température entre la station côtière Fécamp et la station la plus proche de la mer, Goderville, située à une douzaine de kilomètres de la mer. Même en Décembre 1969, mois où la décroissance de la température est la plus régulière à mesure que l'on s'éloigne de la mer, la différence entre Fécamp et Goderville est plus forte, $1^{\circ}9$, qu'entre Goderville et Beauvais, $1^{\circ}5$. L'altitude ne peut expliquer qu'une variation de $0^{\circ}3$ au maximum entre ces diverses stations. Etrépagny serait plus froid que Rouen-Boos de $0^{\circ}2$ environ si les deux villes étaient à la même altitude. Etrépagny, en Vexin normand, proche de la limite orientale de Haute Normandie, située environ à 75 kilomètres de la mer, est plus froid de $0^{\circ}1$ que Goderville à 12 kilomètres de la mer (si l'on tient compte de la différence d'altitude). Pour la période 1961-1970, le contraste est plus fort entre Goderville et Fécamp : $1^{\circ}6$ entre les mois les plus froids, qu'entre Goderville et Evreux, station la plus éloignée dans un site analogue (Evreux-Huest à 133 mètres d'altitude) : $1^{\circ}3$.

Première constatation : Si l'on considère les minima d'hiver, l'influence du climat littoral s'arrête à moins de 12 kilomètres de la côte.

Dans une deuxième étape, nous allons rechercher toutes les stations à moins de 12 kilomètres de la côte et comparer leur température avec celle de la station côtière la plus proche. Les sites sont différents, de même les

altitudes. Une part d'interprétation sera nécessaire.

En Haute-Normandie, seule Tancarville est à 15 kilomètres de la mer. Mais le site est particulier. La station se situe à l'entrée du pont sur le flanc de la falaise, à 56 mètres d'altitude. Le problème est de savoir où commence le climat littoral dans ce cas : l'estuaire est large, aucun obstacle ne sépare la station de la mer.

Nous indiquons, à titre comparatif, Grand-Juevilly, qui fonctionne depuis 1972.

Moyenne des minima

	Sainte-Adresse	Tancarville	Grand-Juevilly
	100 m	56 m	61 m
D 69	1°6	0°4	
J 70	3°7	2°8	
F 70	2°6	1°8	
J 70	1°7	1°7	
J 71	3°	2°1	
F 71	3°	2°2	
J 71	1°5	0°0	
J 72	2°2	2°6	0°5
F 72	3°6	4°5	1°2
Moyenne	2°8	2°4	

Pour ces 9 hivers, à altitude égale, le minimum de Sainte-Adresse est supérieur de 0°6 à celui de Tancarville. La comparaison de Tancarville et Grand-Juevilly souligne l'appartenance de Tancarville au climat littoral ou tout au moins au climat littoral dégradé. L'influence de la mer est plus forte dans une région basse largement ouverte aux

effluves maritimes.

Dans le Calvados, les comparaisons deviennent plus difficiles. Seule, Longues a fonctionné dans des conditions satisfaisantes jusqu'en 1970. Les stations à proximité de la côte sont rares ou ont des lacunes importantes comme Saint Gabriel.

Une moyenne, portant sur 10 ans, peut être calculée sur quatre stations. Les températures moyennes minima des trois mois d'hiver, de 1957 à 1966, atteignent :

2°5 à Longues, 66 mètres, au bord de la mer

1°7 à Caen-Carpique, 66 mètres, à 16 kilomètres environ

1°5 au Molay-Littry, 25 mètres, 13 kilomètres environ

1°5 à Deauville-Saint-Gatien, 144 mètres, à moins de 5 km.

Si l'on convertit la température pour tenir compte du relief, on obtient :

2°5 à Longues

1°7 à Caen-Carpique

1°3 au Molay-Littry

1°9 à Deauville-Saint-Gatien.

La station la plus proche de Longues est le Molay-Littry. Il existe entre les deux postes une différence de plus de 1° si l'on tient compte du relief. L'écart est moindre avec Caen-Carpique. Il existe bien une station assez proche de Longues, située à 6 kilomètres de la mer, Saint-Gabriel, mais les relevés ne sont pas très régulièrement effectués. Une comparaison portant sur 9 mois donne une moyenne de :

201 L. D. GOS,
203 3. 1951 - 1951. 1951.

Cette station, peu élevée, située dans la vallée de la Seulle, ne reçoit pas directement les influences marines.

Dans la Manche, les sites proches de la côte sont très rares. La différence de température entre Laupertus, à 135 mètres, à deux kilomètres de la mer, et Chantereyne, près de la mer, atteint 1°3 pour les jours où les relevés ont été effectués simultanément. La différence, liée à la diversité des altitudes, n'est que de 0,6. Il est difficile de savoir si les températures minima (plus basses de 2°5) à Laupertus sont dues à l'éloignement de la mer, à la position de Chantereyne (à proximité de la plage, mais aussi de la ville). Cette dernière raison n'existe plus si l'on compare La Hague - Sémaphore et Les Hauts-Maraais (usine thermique à 160 mètres d'altitude), à 2 kilomètres de la mer. Les deux stations ne sont éloignées que de 6 kilomètres. Par contre, la différence d'altitude atteint 157 mètres, ce qui représente, en théorie, un écart de température de 1° au plus. Le relevé des températures minima est très significatif :

Minima mensuels

	<u>Sémaphore de La Hague</u>	<u>Station des Hauts Marais</u>	
J 66	4°1	2°3	Différence 1°8
F 66	7°5	5°7	1°8
D 66	9°5	7°9	1°4
J 67	6°1	4°1	2°
F 67	5°5	3°9	1°6
D 67	6°4	4°3	2°1
J 68	5°5	4°	1°5
F 68	3°8	1°9	1°9
D 68	5°	3°3	1°7
J 69	6°5	4°9	1°6
F 69	3°4	1°4	2°
D 69	5°1	2°7	2°4
J 70		3°8	
F 70	4°4	2°4	2°
D 70	5°3	3°3	2°
Moyenne		3°7	

La différence de température est le double de celle due à la simple différence d'altitude. Le climat littoral, dans ce cas, s'est refroidi de 0°9 en 2 kilomètres.

En été, on retrouve le même phénomène, mais inversé, c'est-à-dire l'intérieur plus chaud que la côte. Notre dernier exemple est très significatif à ce sujet.

Maxima mensuel

	<u>Sémaphore</u>	<u>Station des</u>	<u>Différence</u>
	<u>de La Hague</u>	<u>Hauts-Maraais</u>	
J 66	17°2	16°7	0°5
JT 66	17°6	17°7	<u>- 0°1</u>
A 66	18°7	17°5	1°2
J 67	16°4	15°5	0°9
JT 67	19°2	18°6	0°6
AT 67	19°1	18°	1°1
J 68	16°2	16°1	0°1
JT 68	18°4	17°1	1°3
AT 68	18°3	18°	0°3
J 69	16°4	15°7	0°7
JT 69	18°8	18°9	<u>- 0°1</u>
A 69	19°2	18°7	0°5
J 70	16°8	16°9	<u>- 0°1</u>
JT 70	17°9	17°1	0°8
A 70	18°4	17°3	1°1
Moyenne	17°9	17°3	0°6

En été, la différence moyenne des températures maxima atteint 0°6, c'est-à-dire moins que la différence liée au gradient des températures. Le réchauffement représente environ 0°3. L'étude par mois apporte quelques renseignements supplémentaires.

La différence des maxima entre les deux stations augmente de Juin en Août :

0°4 en Juin

0°5 en Juillet

0°8 en Août.

Août a été trois fois le mois le plus chaud près de la mer, deux fois à l'intérieur.

Dans ce cas, on voit très nettement le retard dû au réchauffement des températures, lié à la proximité de la mer. La mer se réchauffe moins vite que la terre et c'est en Juin que l'écart est le plus grand. En Août, au contraire, la mer continue toujours à se réchauffer tandis que la terre qui reçoit un rayonnement moindre commence à se refroidir.

L'action de la mer s'exerce fortement sur une bande de deux kilomètres.

Il n'est pas possible d'étudier, pour le Calvados, les variations de température : Longues a des lacunes importantes en Août.

On peut comparer, en Haute-Normandie, les stations suivantes :

	<u>Fécamp</u>	<u>Goderville</u>	<u>Auzebosc</u>	<u>Boos</u>	<u>Etrépagny</u>	<u>Beauvais</u>	<u>Melun</u>
J 70	17°4	21°4	21°4	22°	23°6	23°4	23°6
JT 70	17°7	19°7	19°9	20°4	22°1	21°1	25°3
A 70	18°4	21°	20°9	21°5	23°1	22°7	23°7
J 71	14°6	16°7	17°1	17°8	19°1	18°6	20°
JT 71	19°4	22°2	22°6	23°5	25°3	24°5	25°8
A 71	19°2	20°9	21°1	21°2	22°4	22°2	23°4
J 72	14°7	16°6	16°9	16°9	18°5	17°7	19°7
JT 72	16°6	19°6	X	21°3	22°9	22°1	23°8
AT 72	17°6	19°7	20°3	21°3	22°8	22°	22°2
Moyenne	17°3	19°8	X	20°7	22°1	21°5	22°6

Si l'on met à part Beauvais, à une altitude plus septentrionale, l'augmentation des températures de la

côte vers l'intérieur apparaît mieux que le refroidissement dans les mêmes sites en hiver.

Entre Fécamp et Goderville, l'augmentation de la température est plus forte qu'entre Goderville et Etrépagny, pour l'ensemble des trois mois. L'écart le plus important est en Juin : 2°7 entre Fécamp et Goderville, 2°2 entre Goderville et Etrépagny. En Juillet, au contraire, l'écart est plus grand entre Goderville et Etrépagny. En Août, les écarts sont respectivement de 2°1 et 1°9.

La variation de la température est beaucoup plus régulière, de la côte vers l'intérieur, en été qu'en hiver. La limite apparaît moins bien entre un climat littoral dégradé et le climat de l'intérieur.

Par contre, entre Sainte-Adresse et Tancarville, la différence de température est beaucoup plus accusée en été qu'en hiver ; pendant les trois étés 1970-1971-1972, la moyenne des maxima atteint :

19° à La Hève (Sainte-Adresse)

21°2 à Tancarville.

Pour l'été 1971 et 1972, la température de Tancarville est beaucoup plus proche de celle du Grand-Quevilly que celle de La Hève :

19°7 à La Hève

21° à Tancarville

20° à Grand-Quevilly.

En fait, Tancarville s'apparente plus au climat littoral que celui de La Hève.

Pendant la période 1961-1970, la moyenne des maxima du mois le plus chaud est inférieure à 20° dans la bande côtière.

Pour la période 1921-1950, la température du mois le plus chaud est plus élevée et peut atteindre 21°4 à Port-Bail. La Pointe-du-Roc, les Iles Chausey, Villerville, La Hève, ont des maxima supérieures à 20°.

Ce chiffre est encore plus élevé pour la période 1891-1930 :

23° en Juillet au Havre, mais 21°3 seulement à Port-Bail.

3°- L'amplitude de la température.

Elle augmente de la côte vers l'intérieur, mais les différences restent faibles :

12° à Fécamp

13°1 à Goderville

14°4 à Forges-les-Eaux

pour la période 1961-1970.

Plus intéressante serait la différence entre le minimum du mois le plus froid et le maximum du mois le plus chaud. Pour les années 1970-1971-1972, elle atteint :

18°5 à Fécamp

20°9 à Goderville

23° à Rouen-Boos

24°3 à Etrépagny

24° à Beauvais

25°9 à Melun.

L'amplitude marque moins bien l'influence du climat

littoral proprement dit que la continentalité.

En résumé, l'influence de la mer sur les températures explique le réchauffement des stations côtières en hiver et leur refroidissement en été.

III- PLUVIOSITÉ ET PROXIMITÉ DE LA CÔTE *****

Le petit nombre de stations où se pratiquent les relevés de température n'a pas permis un tracé très précis d'une limite du climat littoral. Pour les précipitations, nous disposons d'un plus grand nombre de postes.

Il est possible de faire une coupe dans le Pays de Caux, coupe Ouest-Est, en utilisant la hauteur moyenne des précipitations de la période 1961-1970 :

Le Cap d'Antifer	102 mètres	714 millimètres
Goderville	124 mètres	1.024 millimètres
Auzebosc	142 mètres	1.002 millimètres

au-delà, les précipitations diminuent.

Cet exemple permet de déceler une bande plus arrosée, située à une douzaine de kilomètres de la côte. En 1971, année où les stations sont plus nombreuses, trois coupes Ouest-Est montrent l'existence de cette bande pluvieuse :

Sainte-Adresse	Bolbec	Goupillères
100 m	61 m	151 m
612 mm	697 mm	594 mm
La Poterie	Cap d'Antifer Goderville	Auzebosc
102 m	124 m	142 m
560 mm	708 mm	594 mm

Saint-Valéry en Caux	Cany-Barville	Auffay
17 m	58 m	125 m
559 mm	599 mm	512 mm

La pluviosité augmente de la côte vers l'intérieur jusqu'à une certaine distance, 10 à 15 kilomètres, puis diminue ensuite. Elle n'est pas liée à une augmentation du nombre de jours de précipitations, bien au contraire.

Pour l'année 1972, le nombre de jours de précipitations est le moins élevé dans les stations les plus arrosées :

Sainte-Adresse	Bolbec	Goupillères
165	126	160
La Poterie-Cap d'A.	Goderville	Auzebosc
135	123	144
Saint-Valéry	Cany	Auffay
143	122	140

L'intensité des précipitations augmente dans la bande pluvieuse.

La hauteur des précipitations, par jour de pluie, souligne ce phénomène :

Sainte-Adresse	Bolbec	Goupillères
3,7 mm	5,5 mm	3,7
La Poterie	Goderville	Auzebosc
4,1 mm	5,8 mm	4,8 mm
Saint-Valéry	Cany	Auffay
3,9 mm	4,9 mm	3,7 mm

Ces chiffres, bien entendu, ne sont valables que pour l'année 1972, mais ils reflètent une réalité que l'on peut vérifier dans toutes les moyennes des précipitations.

Moyenne 1891-1930

On peut faire quatre coupes de la côte vers l'intérieur.

Du Nord au Sud :

Eu	25 m 796 mm	Blangy	56 m 890 mm	Aumale	126 m 756 mm
Dieppe	14 m 722 mm	Longueville	63 m 884 mm	Tôtes	166 m 855 mm
Sainte-Valle	85 m 749 mm	Reuville	145 m 924 mm	Tôtes	166 m 855 mm
Arques					
La Hève	102 m 756 mm	Bolbec	62 m 1040 mm	Yvetot	151 m 904 mm

Moyenne 1921-1950

Aucune coupe n'est possible en raison du petit nombre des stations.

Moyenne 1931-1960

Aucune coupe n'est possible, mais on peut souligner

les précipitations de :	Dieppe	764 mm
	Auffay	635 mm

alors que Neufchatel ne reçoit que 739 mm.

Auffay n'est pas très éloigné de Tôtes.

La carte R p. 590 montre ces diverses coupes et une bande pluvieuse parallèle à la côte apparaît très nettement située de 10 à 30 kilomètres de la mer environ. Les stations sont malheureusement trop rares pour que l'on puisse arriver à une définition précise.

Partout, en Normandie, on observe une répartition analogue des pluies.

Pour la moyenne 1891-1930 :

On relève d'Est en Ouest :

Houlgate	4 m	666 mm	-	Annebault	143 m	629 mm
Lisieux	44 m	824 mm	-	Ouistreham	4 m	699 mm
Caen	12 m	820 mm	-	Ste-Honorine du F.	116 m	758 mm
Cesny-Bois- Halbout	142 m	717 mm	-	Longues	76 m	756 mm
Bayeux	47 m	793 mm	-	Montmartin -sur-Mer	50 m	909 mm
Coutances	70 m	1074 mm	-	Saint-Lo	41 m	873 mm
Gavray	30 m	1093 mm	-	Percy	9 m	940 mm

Pour la moyenne 1931-1960 :

Saint-Gatien	144 m	767 mm	-	Lisieux	23 m	823 mm
Fresné-la-Mère		692 mm				

Les phénomènes de relief compliquent souvent le problème. Les coupes parfaitement significatives restent rares. Malgré tout, les exemples précédents montrent l'accroissement des pluies de la côte vers l'intérieur, puis leur diminution au-delà.

P. PÉDELABORDE, dans sa thèse sur Le climat du Bassin parisien, p. 471 écrit :

"Le maximum ne s'établit pas immédiatement le long du rivage, même quand le relief s'accuse. De Sainte-Adresse à Etretat, malgré l'abrupt des falaises et l'exposition favorable, s'allonge une bande littorale de moindre pluviosité. DEMANGEON⁽¹⁾ a constaté le même fait dans le Marquenterre : "le maximum s'établit un peu en

(1)- DEMANGEON, 1905. La plaine picarde. Picardie, Artois, Beauvaisis.

arrière de la côte ... Le minimum relatif du littoral s'explique par le jeu combiné des phénomènes mécaniques et thermiques. BERGERON a noté l'existence de maxima secondaires à l'intérieur des terres, au niveau zéro, en arrière des dunes de la plaine hollandaise, par vents de SW. L'effet symétrique se réalise en Bothnie et sur la presqu'île de Stockholm, un maximum pluviométrique très net apparaissant à 20 km, en terrain plat, par vent de S à NNE⁽¹⁾. Le maximum résulterait de l'oscillation libre déclenchée par le frottement du rivage et l'obstacle des dunes ou des falaises".

Nous reviendrons plus longuement sur ce sujet au chapitre 12.

L'humidité relative devrait être plus forte près de la mer. Mais le problème paraît plus complexe. Pour onze stations normandes classées par altitude, nous avons relevé l'humidité relative à 6 h. T.U. et 12 h. T.U. (influence du soleil possible).

En Janvier 1953 (R p. 544), à 6 heures du matin, l'humidité relative est fonction du relief. A altitude voisine, la station côtière est la plus sèche :

Rouen 94 % Caen 92 % et Longues 91 %.

Les minima thermiques près de la côte sont plus élevés ; l'humidité relative peut donc être un peu plus faible.

(1)- BERGERON T., 1949 - The problem of artificial control of rainfall on the globe. The coastal orographic maxima of precipitation in Autumn and Winter.

En Janvier 12 h. T.U., l'influence de l'altitude est beaucoup plus faible. La station la plus humide est Rouen, la plus sèche, Cherbourg.

En Juillet, les résultats sont proches des calculs réalisés par VALLOT⁽¹⁾ ; les stations de l'intérieur dans la journée sont plus sèches (et plus chaudes). Les stations les plus exposées aux vents marins sont les plus humides. Mais les écarts sont faibles à 6 heures du matin :

Alençon est plus humide que Deauville (93 % au lieu de 89 %)

Caen 89 %, Rouen 90 %, Longues 94 %.

Mais la station la plus sèche est Cherbourg.

Le bas de la plage est toujours moins humide que le sommet de la falaise.

La comparaison entre Maupertus à 135 m et Chantereyne à 8 m souligne ce phénomène.

				(1958-60)
<u>Humidité relative à 6 h. T.U.</u>				12 h. T.U.
				18 h. T.U.
Chantereyne	85,5 %	74,4 %	77 %	
Maupertus	93,7 %	78,5 %	82 %	

Fréquence des jours où l'air est saturé (100 % d'humidité)

<u>Nombre de cas</u>	<u>6 heures T.U.</u>		<u>12 h. T.U.</u>		<u>18 h. T.U.</u>	
	<u>Maupertus</u>	<u>Chantereyne</u>	<u>Maup.</u>	<u>Chan.</u>	<u>Maup.</u>	<u>Chan.</u>
Hiver 169	17	3	15	4	15	1
Print. 237	25	0	4	1	11	3
Eté 184	20	0	1	0	1	0
Autom. 137	12	1	0	0	2	0
Total 727	74	4	20	5	29	4
Pourcentage	10,2	0,6	2,8	0,7	4	0,6

(1)- VALLOT J.- Climatologie comparée des régions côtières de France au point de vue météorologique.

La station la plus éloignée de la côte est la plus humide car la plus élevée. Le bord de mer est donc plus sec.

37,4 % des cas où l'humidité relative atteint ou dépasse à Chantereyne,
65,5 % à Caudebec. (1)

Nous pourrions multiplier les exemples.

IV- VENT ET PROXIMITÉ DE LA CÔTE *****

La côte est le domaine du vent. Cette influence se traduit surtout par la déviation des branches des arbres. Le phénomène a l'avantage d'être continu et cartographiable. Comme nous l'avons dit au chapitre concernant les méthodes, sur les régions éventées, des bandes parallèles à la côte se distinguent nettement :

- pas d'arbres,
- végétation buissonnante ou troncs presque parallèles au sol (déviation degré 5),
- toute la couronne de l'arbre est du côté opposé au vent (degré 4),
- déformation de la couronne dans le sens du vent (degré 3),
- déformation des petites branches (degré 2),
- crête légèrement déformée (degré 1).

Il n'est pas possible de traduire, à l'échelle d'une carte représentant l'ensemble de la Normandie, ces cinq

(1)- Chiffres tirés de la Communication de G. ESCOFFREAU au 4ème Congrès international de la mer, p. 219.

degrés de déviation des arbres. Aussi les avons-nous regroupés, dans la carte (R p. 545) :

- 1°- pas d'arbres ou déviation très forte 3, 4 ou 5,
- 2°- déviation faible 1-2.

L'influence du vent marin est sensible assez loin à l'intérieur des terres, sur la quasi-totalité de la presque*île du Cotentin, sur la moitié du Pays de Caux, régions très bien exposées. L'air traverse la mer quand il vient du secteur Sud à Est dans le premier cas, du secteur Sud-Ouest à Nord-Est dans le second. Les parties abritées de la côte sont, par exemple, au Nord du Calvados (vents de Nord-Ouest à Nord-Est). Il faut, du reste, souligner le rôle d'abri de la région du Havre qui protège du vent la côte de l'estuaire de la Seine à Cabourg. Or, les vents de Nord-Est sont les plus nombreux après ceux de Sud-Ouest, dans la région. Cette protection explique l'étroitesse de la bande déformée à l'Est de l'Orne.

Le 4 Janvier 1970, des mesures de vent à peu près simultanées effectuées à 2 mètres du sol, accompagnées de mesures de température, confirment ces résultats :

Merville	vent de	8 à 12 m/s	2°8	à 17 heures 30
Cabourg		6 à 9	2°7	17 heures 45
Houlgate		4 à 8	2°5	18 heures
Villers		2 à 3	1°7	17 heures 40
Deauville		2 à 3	1°7	17 heures 25

Le vent venait d'E.N.E.. A Deauville, le premier dimanche de Janvier était animé et pendant tout l'après-midi les "planches" étaient couvertes de touristes. A Merville, malgré la température plus élevée, plus de 1°, dès qu'une famille sortait de la voiture pour voir la mer, elle rentrait immédiatement dans son abri. Nous avons pu constater à maintes reprises ce phénomène. Il ne nous a pas été possible d'effectuer, comme ce jour-là, des mesures conjointes à Deauville et à Merville. Dans cette région, la déformation des arbres est peu importante : sur un ou deux mètres, en bordure, déformation 5 ; sur quelques centaines de mètres, déformation 4 ; sur quelques kilomètres tout au plus, déformation 3 ou 2. La moindre protection, et la déformation disparaît.

Une autre région abritée, le Sud du Cotentin, ne reçoit que des vents d'Ouest ou de Nord-Ouest. La déformation n'apparaît que sur une étroite bande côtière.

La déviation est liée aux vents qui viennent de la mer bien plus qu'aux vents les plus fréquents. Dans le Cotentin, par exemple, la déviation existe toujours perpendiculairement à la côte. Bien entendu, lorsque cette déviation correspond aux vents les plus fréquents pendant la période où les arbres ont des feuilles, elle s'étend beaucoup plus loin à l'intérieur. Elle peut parfois réapparaître lorsque les circonstances sont favorables.

Un cas intéressant peut être noté à Saint-Vaast-la-Hougue. Sur la digue Nord-Sud (croquis R p. 546), qui relie la ville à l'ancienne île de La Hougue, les tamaris sont

déviés par le vent d'Ouest ; sur le reste de la côte, la déviation est normalement d'Est. En effet, le vent, affaibli par sa traversée du Cotentin, retrouve une certaine vigueur en raison de l'absence de frottement sur cet étroit bras de mer qui sépare la digue de la terre ferme. Il devient alors plus puissant que le vent d'Est qui souffle beaucoup plus rarement.

La carte des vents traduit donc avant tout la pénétration du vent marin. Pour cette raison, on y retrouve les divisions déjà entrevues dans l'étude des autres phénomènes climatiques :

- la côte Sud du département de la Manche, relativement abritée, plus froide en hiver, plus chaude en été, plus sèche ;
- les côtes du Cotentin, éventées, fraîches, arrosées ;
- la côte du Calvados avec deux secteurs, l'un à l'Ouest plus sec, plus froid que la région précédente ; l'autre à l'Est, assez abritée des influences côtières ;
- la côte du Pays de Caux, douce (avec une nuance plus froide en hiver, plus chaude en été que le Cotentin), pluvieuse et éventée.

Peut-on se servir de la carte de la déviation en tant que carte représentant les limites de l'influence marine ?

Nous retiendrons cette hypothèse :

1°- car elle permet de représenter de façon continue un phénomène qu'il n'est pas possible de saisir par l'intermédiaire de stations très éloignées les unes des autres ;

2°- elle met en valeur l'influence du vent qui vient de la mer ;

3°- un lien semble exister entre températures, précipitations et influence du vent.

En effet, la température perd rapidement sa douceur liée à la mer. Il semble que ce phénomène survienne dans la bande de déviation 4 ou 5. Lorsque la déviation est plus limitée, les températures sont déjà très différentes de celles de la côte. Il n'existe malheureusement pas de stations, valables dans ces bandes à forte déviation, qui ne soient pas sur la côte, à l'exception de Maupertus (déviation 3). Mais le phénomène est difficile à étudier en raison de la différence d'altitude, de l'éloignement des stations susceptibles d'être comparées.

Dans le Pays de Caux, la bande pluvieuse correspond à la déviation 2.

Ici, le climat littoral comprend en somme trois secteurs :

1°- Une bande sans arbres ou avec de fortes déviations (degré 3, 4 ou 5) ; l'emprise de la mer est forte. Douceur des hivers, fraîcheur des étés, faible amplitude diurne ou annuelle, pluies faibles ou moyennes (à l'exception des hauteurs plus arrosées), vent violent.

2°- Le secteur de déviation 2 : les températures diminuent en hiver, augmentent en été ; cette variation importante des températures en fonction de l'éloignement de la mer apparaît, davantage en hiver qu'en été, limitée à ce secteur. Les précipitations deviennent très importantes.

La vitesse du vent diminue.

3°- Le secteur de déviation 1 : l'influence maritime s'atténue.

La carte de la déviation des arbres traduit bien cette influence de la mer. La déviation cesse en même temps que l'influence prédominante de la mer.

C h a p i t r e X I I

LES PROBLÈMES SPÉCIFIQUES DE LA CÔTE

Dans le chapitre précédent, nous avons surtout décrit le climat côtier pour essayer d'en distinguer les caractères spécifiques et d'en tracer les limites. Dans le présent chapitre, nous nous efforcerons d'expliquer ces caractères et leurs variations dans l'espace.

Une interaction existe-t-elle entre les vents, les pluies, les températures ? Nous examinerons avec plus de détail ce phénomène si particulier d'une bande pluvieuse à quelques kilomètres de la côte. Nous verrons comment la température diminue vers l'intérieur ...

En résumé, nous essaierons de démontrer avec précision le mécanisme qui régit le climat marin. Et pour cela, nous allons commencer par l'élément le plus important : le vent.

I- LE VENT

C'est l'aspect que prend le mouvement de la masse d'air lors de son contact avec le continent. Cette manière de définir souligne une réalité concrète. Comment s'établit le contact ? Le courant garde-t-il la même direction,

la plus vitesses ? Comment varie la trajectoire à l'intérieur du continent ? Les variations de la rose des vents d'une station à l'autre n'ont jamais été réellement étudiées. Ces phénomènes, pourtant essentiels, exercent une action sur les courants d'air du climat. Certaines expositions seraient peut-être erronées car il faudrait un matériel important, de nombreux observateurs, un quadrillage plus serré de postes d'observations. Les stations équipées d'anémomètres sont rares. Notre étude sera conduite en comparant essentiellement les relevés des stations de :

- "Pointe du Roc bien exposée à l'Ouest,
- La Hague regardant le Nord et l'Ouest,
- Cherbourg-Chantereyne ou Maupertus face au Nord,
- Barfleur : à l'extrémité d'une presqu'île exposée aux vents de secteur Est à Nord,
- la station météorologique de Beaumont - Hague, à quelques kilomètres de la Pointe de La Hague, sur le plateau formant l'ossature de la presqu'île.

Cette dernière station mesure le vent à deux niveaux : 50 m et 10 m au-dessus du sol.

A cela, nous avons ajouté les valeurs des anémomètres installés sur des pieds Lita dont se servent les cinéastes pour disposer leurs projecteurs. Ce procédé nous permet de faire des relevés de vent simultanés à 2 mètres de haut, c'est-à-dire à l'échelle des hommes, des animaux, et d'une partie des plantes. Nos anémomètres ont été installés, à diverses reprises, sous les anémomètres des stations,

et jamais nous n'avons trouvé de résultats discordants.
De toute façon, nos mesures personnelles n'ont qu'un but : compléter celles des instruments officiels.

A)- COMMENT LA MASSE D'AIR ABORDE-T-ELLE LE CONTINENT ?

Quels que soient la direction de la côte et le vent dominant dans une région, la déviation des arbres est à peu près toujours perpendiculaire au rivage. Pourquoi ? Mais nous avons rencontré un certain nombre d'anomalies. Or, celles-ci s'expliquent à peu près toujours de la même façon. Sur la côte Ouest de la Manche, les estuaires des petits fleuves sont presque toujours formés d'un poulie et d'un musoir. Ce dernier entraîne un changement dans la direction de la côte qui devient alors Nord-Ouest - Sud-Est. Sur la rive opposée au musoir, les arbres sont déviés par un air de Nord-Ouest. On observe cette déviation originale sur une surface restreinte correspondant au prolongement imaginaire de la côte du musoir.

Une canalisation du vent parallèlement à la côte existe donc. Le meilleur exemple apparaît au Nord de Granville, à proximité de Bréhal (croquis R p. 546). Sur une surface limitée, on note trois déviations des arbres, de directions différentes :

- l'une normale, Ouest-Est, perpendiculaire à la côte, conséquence de la pénétration perpendiculaire des masses d'air ;

- l'autre Nord-Ouest - Sud-Est, dans le prolongement de la côte du musoir au Nord ;

- la troisième Sud-ouest - Nord-est, correspondant à la canalisation de l'air par la falaise élevée formant le bord de la presqu'île sur laquelle est située Granville.

Le degré de déviation est le même pour ces trois directions.

Ce phénomène a pu être photographié à Siouville le 5 avril 1972. La plage de Siouville regarde l'Ouest. La mer est basse. Une large bande de sable fin est donc découverte sur plus de 100 mètres. Cet après-midi là, un fort vent de Sud-Ouest souffle, faisant un certain angle avec la plage. La trajectoire du vent est matérialisée par le sable, soulevé à proximité du rivage, transporté à quelques centimètres du sol et déposé, asséché, donc plus blanc, près du rivage (Photo R p. 547 et croquis R p. 547).

Le vent, d'abord Sud-Ouest, s'infléchit progressivement, d'abord très lentement à 9 mètres environ du rivage, puis plus rapidement à 4,5 mètres du rivage. Dans cette partie de la plage, la dune mesure environ 4,50 mètres de haut. Le mouvement s'amorce à deux fois la hauteur de la dune, et devient important à une distance correspondant à une hauteur.

Le vent est resté constant pendant les quelques heures passées à faire les mesures. Le croquis R p. 548 souligne le ralentissement progressif de la vitesse du vent qui devient parallèle à la côte. Mais sa force reste suffisante pour dévier les branches des arbres qui se trouveraient sur sa trajectoire.

L'autre partie de la masse d'air monte à l'assaut de la dune. Le sable entraîné se dépose dans le sens de la montée, sur le sommet ou à l'extrémité des entailles qui existent dans la bordure de la falaise.

Des mesures montrent une accélération de la vitesse de la base au sommet de la dune. Les forces de frottement sont très importantes. La vitesse redevient normale à 80 centimètres au moins de la bordure.

Cet exemple souligne la division du vent en deux trajectoires lorsqu'il aborde une côte.

S'il fait un certain angle avec le rivage, une partie pénètre perpendiculairement sur le continent, tandis que la deuxième partie longe le rivage.

Plus la masse d'air offre un petit angle avec la côte, plus le vent emprunte la direction parallèle à la côte.

Un léger obstacle suffit à limiter la vitesse. Ce même jour, un rocher affleure légèrement en mer. Ce très petit îlot suffit pour freiner le vent et empêche le transport du sable. Le sable ne se dépose pas dans la partie Sud de la plage. D'autres mesures, à une autre échelle, ont été effectuées le 3 Avril dans ce même endroit, avec un vent à peu près perpendiculaire à la côte :

près de la mer	5 m/s
milieu de la plage	6 m/s (c'est là que la vitesse est la plus forte)
2 mètres de la dune	4-5 m/s
haut de la dune	7 m/s
à 20 mètres du bord de la dune	3-5 m/s

église de Siouville, 70 mètres d'altitude
à moins d'un kilomètre à vol d'oiseau de
la mer, au bord du plateau 1-5 m/s

Ces mesures montrent l'accélération de la vitesse liée aux forces de frottement. C'est plutôt au milieu de la plage qu'au bord même de l'eau que la vitesse est la plus rapide. Près de la mer, la différence est faible car les forces de frottement sont médiocres : pente très faible, sable de l'estran lisse. Ce phénomène a été vérifié sur d'autres plages à marée basse, par exemple à Luc.

Par contre, l'accélération est beaucoup plus grande lorsque l'air est obligé de grimper le long d'une pente. Au sommet, c'est à peu près à 80 centimètres du sol que la vitesse est la plus forte. Ceci explique l'aspect buissonnant des arbres au sommet de la falaise, là où les vents sont très violents.

Lorsque le vent souffle parallèlement au rivage, tout obstacle joue un rôle essentiel. Des mesures effectuées à Luc le 31 Juillet 1971 par fort vent d'Ouest montrent des différences très importantes de la vitesse. A proximité de la mer (marée basse), le vent atteignait 18 m/s. Lorsque le dessin de la côte intercepte ce vent (voir croquis R p. 549), la vitesse tombe à 5 m/s et, dans la partie de la plage protégée par le casino, le vent n'atteint plus que 2 m/s.

Lorsque le vent vient de l'intérieur, la vitesse du vent sur la plage dépend de la forme du rivage. Le vent, sur une côte basse, sera beaucoup plus fort qu'au pied

d'une falaise. A Houlgate, par exemple, lorsque le vent vient de l'intérieur, sur la plage, on remarque un vent faible de 1 à 2 m/s de direction totalement différente, parallèle au rivage, venant soit des Vaches Noires, soit de Dives.

Toute une série de mesures faites en Mars 1970 dans le Nord du Cotentin, les jours de vent fort, nous ont donné en moyenne les résultats suivants :

Vent pris en mer	18 m/s
Plage face au vent	13 m/s
Côte basse sous le vent mais non abritée	11 m/s
Côte basse sous le vent abritée	1 à 6 m/s
Les hauteurs à l'intérieur face au vent	10 à 13 m/s
Les hauteurs moins bien exposées	6 à 9 m/s
Les régions déprimées	1 m/s

Pour deux séries de stations, on examine la diminution de la vitesse du vent de la côte vers l'intérieur et la direction du vent dans les deux stations. Pour la période de Mai à Juillet 1971, on compare la vitesse du vent à Ouistreham et à Carpiquet. Carpiquet est à 18 kilomètres de la mer et l'anémomètre du rivage est installé dans le port de Ouistreham à quelque 600 mètres de la mer. La différence d'altitude entre les deux stations est de 70 mètres, mais il n'existe aucune rupture de pente brutale.

La vitesse du vent à Ouistreham est supérieure à celle de Carpiquet ; pour 167 cas, elle atteint

4,5 m/s à Ouistreham,

3,6 m/s à Carpiquet.

Les écarts entre les deux stations dépendent de la direction du vent.

Direction du vent	à Ouistreham Vitesse du v.	à Carpiquet Vitesse du vent	Diffé- rence
NNW	3,7	2,7	+ 1 m/s
N	6,2	3,8	+ 2,4
NNE	7,7	4,7	+ 3
NE	3	1,2	+ 1,8
SE	3,9	3,9	+ -
S	3,7	3,1	+ 0,6
SSW	4,6	5	- 0,4
SW	4	4,7	- 0,7
W	4,3	3,6	+ 0,7
WNW	1,8	3,6	- 1,8
NW	4,8	3,6	+ 1,2

Lorsque le nombre de cas est inférieur à 4, la moyenne n'a pas été indiquée. A Caen, la vitesse est relevée à la même heure, mais la direction n'est pas obligatoirement la même.

A Ouistreham, la vitesse la plus forte correspond aux vents perpendiculaires à la côte, c'est-à-dire Nord et Nord-Nord-Est. La canalisation de l'Orne correspond à cette dernière direction. Lorsque le vent vient du secteur Nord-Est à Nord-Ouest, la vitesse est toujours supérieure à Ouistreham : au moins 1 m/s (et 2 à 3 lorsque le vent est perpendiculaire à la côte). Lorsque les vents viennent de l'intérieur, la vitesse est souvent supérieure à Carpiquet. A Ouistreham, station située légèrement en retrait de la mer, les vents parallèles à la côte sont rares et très faibles, surtout par rapport à Caen :

1 m/s pour l'unique cas de vent ENE

1,8 m/s pour les vents d'Ouest - Nord-Ouest.

Le nombre de cas où le vent est plus rapide à

Quistreham est très élevé lorsque le vent vient de la mer.

Vent à Quistreham

	<u>plus rapide</u>	<u>semblable</u>	<u>moins rapide</u>	<u>Total</u>
NNW	11	1	4	16
N	29	4	2	35
NNE	25	-	1	26
NE	4	-	1	5
ENE	0	-	1	1
SE	2	3	2	7
SSE	1			1
S	12	7	4	23
SSW	2	3	2	7
SW	4	2	9	15
WSW			3	3
W	4	1	3	8
WNW			5	5
NW	5	2	1	8
Vents marins	74	7	9	90
Vents parallèles à la côte	0	0	6	6
Vents de terre	25	16	24	65

Presque toujours, les vents marins sont plus rapides à Quistreham qu'à Carpiquet. Ceci confirme l'importance des vents perpendiculaires au rivage et le rôle de la forme de la côte pour expliquer la direction des vents.

La vitesse est à peu près équivalente pour les vents de terre dans les deux stations.

Par contre, les vents parallèles à la côte sont très faibles et rares à Quistreham. L'anémomètre est en retrait par rapport à la côte. Il semblerait qu'immédiatement après le rivage, les vents parallèles à la côte soient gênés par les échanges terre - mer fréquents (différence de température) et surtout par l'importance des vents perpendiculaires à la côte. A l'avant du rivage, au contraire, le vent est en partie canalisé parallèlement à la côte. Pour cette raison, le vent d'Est - Nord-Est est le plus fort ; il suit le rivage de la mer à Quistreham, et se conjugue ainsi avec la direction du vent perpendiculaire à la côte.

La différence de vitesse selon la direction est beaucoup plus faible. Car il est.

Vent à Carriquet

<u>direction du vent</u>	<u>Vitesse</u>	<u>Nombre de cas</u>
NN	3,4	14
NNW	3	7
N	3,9	12
NNE	5,5	22
NE	5,7	10
NNE	3,4	7
E	2,7	7
ESE	3	3
SE	2,4	5
SSE	2,5	4
S	4	6
SSW	4	6
SW	5,1	7
WSW	5,2	5
W	4,4	24
WNW	3	4

Les calmes sont trois fois plus nombreux qu'à Ouistreham. Certains vents sont plus fréquents : de Nord-Est à Est-Sud-Est, d'Ouest-Sud-Ouest à Ouest. La canalisation provoquée par la vallée de l'Orne peut expliquer ce déséquilibre. A Caen, la vitesse des vents originaires de la mer est à peu près semblable à celle des vents de Sud-Ouest à Ouest, c'est-à-dire correspondant aux vents dominants en Normandie. L'influence de la côte se fait sentir mais de façon atténuée. Carpiquet est à la limite de la zone de déviation des arbres 2 et 3.

Pour examiner l'influence du relief sur ces échanges mer-terre, nous étudierons maintenant la vitesse du vent dans la partie Nord du Cotentin. Nous disposons :

1°- du sémaphore du Cap de La Hague (carte R p. 550) au bord même de la mer, largement ouvert aux vents du secteur Sud-Est à Ouest ;

2°- de l'usine atomique de Beaumont-Hague qui a installé une station météorologique au lieu-dit les Hauts-Maraïs, avec deux anémomètres :

- l'un à 170 mètres (10 mètres du sol),
- l'autre à 210 mètres (50 mètres du sol).

3°- de l'aérodrome de Cherbourg-Maupertus à moins de 2 kilomètres de la mer, à 145 mètres d'altitude, bien exposé aux vents d'Ouest-Nord-Ouest à Nord.

Pour mesurer la différence de vitesse du vent entre la station au niveau de la mer et celle située sur

la hauteur, 7 kilomètres plus loin, nous comparons les relevés effectués à 6 et à 18 heures pendant les mois de Janvier et Février 1968. Trois directions ne sont guère représentées au Sémaphore de La Hague : N.N.E., S.E. et S.S.E..

Variations de la vitesse des vents en fonction de la direction du vent au Sémaphore du Cap de La Hague

Directions à La Hague	Sémaphore de La Hague	Beaumont 10 m	Hague 50 m
S	8,8 m/s	7,8 m/s	13 m/s
SSW	9	9,8	14
SW	8,6	9,8	14,4
WSW	11,3	8,3	12,4
W	9,1	8	12,6
WNW	9,6	8,7	12,9
NW	12,3	10,1	15,2
NNW	7,9	5,6	9,5
N	8,6	5,6	10,4
NEE	12,8	10,2	15,8
ENE	13,8	12,3	18,2
E	10	7,6	12
ESE	5,3	4	7,4

La vitesse du vent la plus forte correspond à l'axe de la Manche : Est-Nord-Est. La vitesse est légèrement moins élevée dans la direction Ouest-Sud-Ouest, sans doute parce que la Manche est plus large.

La vitesse la plus faible est celle du vent d'Est-Sud-Est. L'orientation du relief, presque parallèle à cette direction, joue un peu le rôle de brise-vent.

Retrouvons-nous les mêmes phénomènes à Beaumont-Hague ? La direction des vents n'est pas la même aux mêmes heures dans les deux stations. Il est bon de faire le même tableau que précédemment, mais cette fois pour Beaumont-Hague.

Variations de la vitesse des vents en fonction de leur direction à Beaumont-Hague (anémomètre à 10 mètres)

Directions de Beaumont	Beaumont-Hague 10 m	50 m	Sémaphore de La Hague
S	7,6	11,5	7 m/s
SSW	9	13	8,8
SW	8,6	12,6	10,4
WSW	9,5	14,7	9,5
W	7,4	11,7	10,8
WNW	6,7	10,8	7,4
NW	9,7	16,2	12,3
NNW	8,5	14,8	13,3
NNE	6,4	9,4	7,6
NE	7	11	9,5
ENE	9,3	15,1	11,8
E	8,9	13,8	11,2
ESE	4,5	7,8	5,3
SSE	10,3	14,8	11,2

Deux directions n'offrent pas un nombre de cas suffisants : Nord et Sud-Est. Ce ne sont pas exactement les mêmes directions qu'au Sémaphore : un vent de Nord au Sémaphore sera de Nord-Nord-Ouest à Beaumont-Hague.

Les vents de Sud, Sud-Sud-Ouest à Beaumont-Hague sont les seuls qui soient plus rapides qu'au Sémaphore.

Ils arrivent perpendiculairement de la côte la plus proche. Les vents les plus forts sont ceux de Sud-Sud-Est. Il y a sans doute là une influence de la canalisation du vent par la côte et la falaise. Le vent suit une trajectoire qui aboutit à peu près à la station. Le phénomène n'est pas aussi net en altitude.

Le vent le plus faible a la trajectoire la plus continentale : SSE.

Les vents de Sud-Sud-Ouest et de Sud-Ouest sont moins rapides à La Hague, près de la mer, qu'en altitude. Ils abordent la côte Ouest du Cap de La Hague avec un angle faible ; une partie de la masse d'air est canalisée par la côte ; l'autre partie arrive au Sémaphore, ralentie par sa traversée sur la bordure du continent. A Beaumont, au contraire, l'air s'élève perpendiculairement à la côte. Sa vitesse augmente.

Les plus grandes différences entre La Hague et Beaumont-Hague s'observent pour les directions de :

- WSW : canalisation par la côte WNW au niveau du sémaphore.

- NW, NNW, N, NNE : La Hague reçoit directement l'air marin qui est obligé de gravir quelque 180 mètres de dénivellation avant d'arriver à Beaumont.

- E : le vent est canalisé par la côte à l'Est du sémaphore.

L'air, à 50 mètres d'altitude, moins sensible aux forces de frottement, est toujours le plus rapide.

Résumons les éléments importants :

- 1°- Au bord de la mer, le vent le plus fort est celui qui est perpendiculaire à la côte.
- 2°- Les vents les moins rapides sont ceux de l'intérieur.
- 3°- Les vents qui arrivent avec un angle léger (20 à 40° au plus) par rapport à la côte sont plus lents.
- 4°- Pour bien étudier l'influence du relief, il faut faire intervenir les déviations dues aux forces de frottement.

La carte R p. 551 montre les variations de la vitesse d'un vent marin et du vent continental opposé : dans chaque station, la vitesse du vent a été relevée à la même heure, le même jour, lorsque le vent conservait une direction à peu près identique (les vents dont la direction s'écartait de plus de 20° ont été éliminés). A Barfleur, un vent de secteur Nord-Ouest arrive d'Ouest à la station. Ceci explique son élimination.

1- Les vents marins sont, bien entendu, les plus rapides.

2- La localisation de la station par rapport à l'ensemble de la région est importante. Il est curieux de constater que La Hague, sorte de proue qui s'avance en plein coeur de la Manche, reçoit un vent de Nord-Ouest plus rapide que le bateau-phare du Havre. La masse d'air semble se conduire sur la Manche un peu comme un courant de marée. Dans la partie Ouest des côtes, le courant arrive de plein fouet ; vers l'Est, la masse du Cotentin perturbe la circu-

lation ; la ranche se rétrécit progressivement. Autant d'hypothèses susceptibles d'expliquer pourquoi la vitesse est plus faible au bateau-phare ou à La Hève qu'au Cap de La Hague. A Dieppe, le sémaphore domine pourtant la falaise de la même façon qu'à La Hève, mais la vitesse est encore plus faible. La direction de la côte devient de plus en plus Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Ouest ; à proximité du sémaphore, les falaises canalisent le vent jusque dans la vallée de l'Arques.

3- Les vents de Sud-Est les plus rapides se retrouvent :

a)- là où ils traversent un peu de mer : Barfleur, le bateau-phare et même La Hève ;

b)- dans le Nord du Cotentin : tout se passe comme si les masses d'air qui s'écoulaient librement sur la mer, de part et d'autre de la presqu'île, entraînaient celles qui circulent sur le continent. C'est possible, mais la canalisation du vent par les côtes peut entraîner une semblable accélération du courant.

4- Les vents dans les stations de l'intérieur sont toujours plus faibles, quelle que soit leur direction.

La côte favorise donc l'accélération des vents dans la plupart des cas.

L'étude de la vitesse n'est guère séparable de la direction du vent géostrophique et celle relevée dans les diverses stations le même jour, à la même heure (6 ou 18 heures) du 1er Janvier 1968 au 29 Février 1968. Pour les

principales directions, nous avons établi des cartes qui représentent la direction la plus fréquente du vent dans une station par rapport au vent géostrophique : R p. 52 à 55.

Les résultats sont frappants, les vents sont déviés sur leur gauche quand ils se dirigent de la mer vers la terre. La carte est établie pour un vent géostrophique de Ouest-Sud-Ouest, direction très fréquente, car elle représente la direction de la Manche. Ce vent d'Ouest-Sud-Ouest devient Sud-Ouest, puis Sud-Sud-Ouest et même Sud-Sud-Est à Dieppe.

Le phénomène inverse apparaît moins nettement : un vent géostrophique de Sud-Est a une direction générale d'Est à La Hève, d'Est-Sud-Est au bateau-phare : déviations sur la droite des vents allant de la terre à la mer.

La déviation la plus importante a lieu, semble-t-il, à 2 ou 3 kilomètres du rivage, lorsque la côte est élevée. (Les forces de frottement agissent alors au maximum). Cette déviation se fait d'abord à proximité du sol : à Beaumont-Hague, la déviation est moindre à 50 mètres qu'à 10 mètres au-dessus du sol. Sur le continent, le vent peut suivre la direction prise lors de la déviation ou au contraire se rapprocher de la direction du vent géostrophique.

La déviation de la direction du vent a lieu donc dans les premiers kilomètres proches de la côte.

Examinons plus en détail ces cartes et complétons par des études supplémentaires.

Etude de la déviation du vent à proximité immédiate de la côte.

Les tableaux (R p. 556 à 560) montrent le pourcentage des déviations des vents en fonction des directions du vent géostrophique et des diverses stations normandes pendant la période du 1er Janvier au 28 Février 1968 (118 cas).

L'étude de ces tableaux permet de souligner les points suivants :

1°- La déviation des vents sur leur gauche (de 20 à 60°) est le phénomène le plus courant.

Les plus fortes déviations (plus de 70 % des cas) se produisent dans les conditions suivantes :

a)- La station est située sur une hauteur et le vent vient directement de la mer :

Maupertus (vent de Nord et Nord-Nord-Ouest)

Beaumont-Hague (vent de SSW, SW, WSW, W).

b)- Le vent est canalisé par la côte ou la vallée (Dieppe) ou le relief (Hague).

A Beaumont-Hague, par exemple, le vent de Sud suit la côte et devient progressivement Sud-Est. L'avancée du Cap de La Hague vers l'Ouest crée un obstacle aux vents de Sud, une convergence se produit, favorisant l'ascendance et la déviation des vents sur leur gauche.

Ce phénomène de canalisation par la côte paraît être

important par le volume de l'air intéressé. Par vent géostrophique de Nord-Ouest (carte R p. 553), la direction du vent au bateau-phare est sensiblement parallèle à la direction générale de la côte du Calvados : Ouest. Par vent géostrophique d'Est-Nord-Est (R p. 554), le vent au bateau-phare prend une direction de Nord-Est : la masse d'air d'Est-Nord-Est était parallèle à la côte. Après le Cap d'Antifer, la direction de la côte devient presque Nord-Nord-Est, l'air suit le mouvement général de la côte et l'influence de ce mouvement se fait sentir jusqu'au bateau-phare pourtant éloigné de quelque 5 kilomètres.

On pourrait multiplier les exemples. Ce n'est pas un hasard si l'importance de la déviation des arbres est très forte dans le Cotentin et le Pays de Caux car ces deux môles représentent des obstacles vigoureux pour les vents du secteur Ouest (surtout le Cotentin) et de Nord-Ouest (surtout le Pays de Caux). La carte de la déviation des arbres (R p. 561), établie pour l'ensemble de la Normandie, tient compte des lieux de faible déformation (L'influence des reliefs n'a pas été représentée : les arbres sont déviés dans le sens de la pente). Son extension est donc plus importante que celle représentée dans la carte des degrés de la déviation. Le degré 1 est intégré dans cette carte de la direction de la déviation des arbres. Le département de la Manche forme un obstacle puissant et les arbres sont presque partout déviés d'Ouest dans le sens du vent dominant. Mais dans le Sud du département de la Man-

one, au contraire, on voit la juxtaposition de régions ou de lieux sans arbres déformés et des ensembles plus ou moins importants d'arbres faiblement déviés de Sud-ouest. Le relief assez vallonné de cette partie occidentale de la Normandie joue un peu le rôle de brise-vent.

Dans le Pays de Caux, au contraire, le mouvement atteint toute son ampleur : le vent, d'abord perpendiculaire à la côte, prend une direction d'Ouest, puis de Sud-Ouest (l'orientation du relief Nord-Ouest - Sud-Est favorise du reste ce mouvement) et l'on trouve même localement, en particulier au Sud et à l'Est de Dieppe, des arbres déformés de Sud et même de Sud-Est. On constate alors ce phénomène étonnant : un vent géostrophique de secteur Nord-Ouest arrive, certains jours, de secteur Sud-Est à Dieppe, sous l'effet combiné de la déviation due au frottement et de la déviation imputable à la canalisation par les vallées.

Sur 32 cas où le vent géostrophique soufflait du secteur UNU à N, on relève à Dieppe :

- 3 cas de Sud-Est,
- 1 cas de Sud-Sud-Est,
- 2 cas de Sud,
- 2 cas de Sud-Sud-Ouest,
- 2 cas de Sud-Ouest.

Au total 10 directions, soit une sur trois environ de secteur Sud ; à La Hague 0.

Le 9 Janvier 1968 à 6 heures, le vent venait de :

WNW à La Hague	(20 m/s)	8°	70 % d'humidité
W à Caen	(12 m/s)	6°8	83 %
W à La Hève	(17 m/s)	9°1	70 %
SE à Dieppe	(7 m/s)	0°5	96 %

Une dernière raison explique aussi ce mouvement : Souvent, l'Ouest de la Normandie se place à l'arrière d'une coulée froide, ou d'une vallée au sol (isobares de Nord-Ouest) ; mais l'Est de la Normandie est à l'avant (isobares de Sud-Ouest par exemple le 14 Février 1968 à 6 h.).

La déviation des vents sur leur gauche commence donc à quelque distance du rivage, variable selon la position d'obstacle ou d'abri qu'occupe cette côte : de trois à trente kilomètres environ. Ensuite, la direction du vent ne change guère ou est modifiée par le relief, mais l'influence du passage de la mer "lisse" au continent "rugueux" ne se fait plus sentir.

2°- La déviation des vents n'existe pas dans quelques cas :

a)- La côte est basse ; le relief est situé à l'intérieur à une certaine distance ; les forces de frottement sont faibles : c'est le cas de La Hague pour les vents qui viennent de la mer, de la Pointe du Roc pour les vents de Nord et de Nord-Ouest, Barfleur par type de Nord-Est ... Le vent doit aborder le rivage presque perpendiculairement. Par exemple, un vent géostrophique de Nord et de Nord-Ouest perpendiculaire à la côte atteint Carpiquet, peu dévié.

Il n'y a pas de rupture de pente brutale entre la mer et Carpiquet.

b)- La direction de la côte intervient là encore :
A La Hève, le vent d'Est conserve sa direction car il suit la direction de la rive Nord de la Seine. Il semble bien que l'influence d'une vallée, par exemple, s'étende non seulement sur la masse d'air qui s'écoule à l'intérieur de la vallée mais sur un volume d'air plus important. Il est difficile d'estimer l'épaisseur de la masse d'air soumise à ce phénomène : plusieurs centaines de mètres ? De chaque côté de la vallée, sur le plateau, l'influence peut se faire sentir sur un ou deux kilomètres. C'est l'étude des vents à Dieppe ou à La Hève (qui sont un peu situées à l'écart des deux vallées voisines) qui nous permet de le dire. Ce phénomène n'apparaît pas dans la déviation des arbres. En effet, son intensité est moindre que l'influence exercée par les forces de frottement de l'air qui passe de la vallée sur le plateau. Le flux monte donc perpendiculairement à la pente et la déviation des arbres au sommet de la vallée est donc perpendiculaire à l'axe de la vallée, dans le sens de la pente.

3°- Les vents sont parfois déviés sur leur droite :

a)- Lorsque le vent se dirige du continent vers le large : Cette situation n'apparaît pas sur le tableau mais sur la carte R. p. 555 représentant les déviations du vent géostrophique de Sud-Est ; le vent souffle d'Est à La Hève,

d'Est-Sud-Est au bateau-phare. Par rapport à La Hève, le vent au bateau-phare est dévié sur sa droite (diminution des forces de frottement, affaissement de la masse d'air) ; comparé au vent du gradient, il reste encore partiellement dévié sur la gauche.

b)- Dans les régions abritées, un vide relatif se crée. La partie de la masse d'air qui a voyagé sur le continent a été ralentie. Dans la baie de Seine, par exemple, le vent de Nord-Est, canalisé par la côte du Pays de Caux, diverge à son arrivée vers la mer. La divergence provoque l'affaissement de la masse d'air et son étalement vers la droite. Le même phénomène existe dans la baie du Mont-Saint-Michel. Par vent de gradient WSW (voir carte R p. 552), le vent canalisé par la côte jusqu'à la Pointe du Grouin diverge ensuite dans toute la Baie du Mont-Saint-Michel, et à la Pointe du Roc, les deux vents dominants sont des vents de Sud-Ouest (déviations normales) et d'Ouest (déviations sur leur droite provoquées par l'étalement horizontal). Ceci correspond du reste aux courants de la marée montante. L'air, comme la mer, est un fluide canalisé par les côtes puisque, sur la Manche, les forces de frottement sont insignifiantes. La carte du courant de marée (R p. 552), établie 2 heures avant la pleine mer de Saint-Malo, doit assez bien représenter la trajectoire de la masse d'air.

Le reproche que l'on peut faire à cette étude, c'est l'utilisation des chiffres de deux mois seulement. Mais

les résultats ainsi obtenus ne diffèrent pas de ceux que l'on constate en observant la déviation des arbres, déviation permanente elle, résultant de l'affrontement de l'arbre et du vent pendant des dizaines d'années dans certains cas. Il nous a semblé utile, toutefois, de prendre un autre exemple, plus limité dans l'espace, mais portant sur un laps de temps beaucoup plus long. Nous avons choisi une autre année et étudié pendant les six mois froids (Janvier à Avril, Novembre et Décembre 1969) les variations de la direction des vents entre le sémaphore de La Hague et Beaumont-Hague. Les mois d'été ont été éliminés parce que des phénomènes de "brises de mer" brouilleraient les mécanismes simples considérés jusqu'ici.

Les résultats obtenus sont semblables aux précédents, mais apportent d'utiles compléments.

a)- Le vent souffle de la côte Nord vers Beaumont-Hague :

Le tableau des résultats est très caractéristique : voir R p. 562-63. Le vent qui souffle à Beaumont-Hague est toujours dévié sur la gauche par rapport au vent qui souffle au Sémaphore de La Hague, sauf quand il s'agit des vents qui sont perpendiculaires à la côte et à peu près perpendiculaires à la pente. Le pourcentage de vents semblables, aux deux stations, diminue à mesure que l'on s'éloigne de la direction du Nord (360°). Les vents déviés sur leur droite sont peu nombreux et plus lents.

Vitesse des vents non déviés :

La Hague	9,7 m/s (35 % des vents)
Beaumont	9,3 m/s

Vitesse des vents déviés à gauche de 20° :

La Hague	9,7 m/s (42 %)
Beaumont	9,5 m/s

Vitesse des vents déviés à gauche de 40° :

La Hague	9,6 m/s (17 %)
Beaumont	8,7 m/s

Vitesse des vents déviés à droite (de 20 et 40°) :

La Hague	6,8 m/s (5 %)
Beaumont	6,8 m/s

Malgré le grand nombre de cas (275), la vitesse des vents est constante dans les trois premières catégories à La Hague et à Beaumont. Dans cette dernière station, la vitesse des vents est à peine plus faible : l'éloignement de la côte est compensé par l'accélération due au relief.

b)- Le vent souffle des hauteurs vers le Sémaphore de La Hague :

Les vents viennent du secteur 160° à 220°. Les vents de La Hague par rapport à ceux de Beaumont-Hague sont déviés vers la droite. Le phénomène s'explique aisément : diminution des forces de frottement. Dans l'ensemble, la vitesse du vent à La Hague est inférieure à celle de Beaumont.

Vitesse des vents non déviés :

Beaumont	10 m/s (33 % sur 140 cas)
La Hague	9,2 m/s

Vitesse des vents déviés à droite de 40° :

Beaumont	9,3 m/s (47 % des cas)
La Hague	5,1 m/s

Vitesse des vents déviés à gauche de 40° :

Beaumont	8,4 m/s (9 %)
La Hague	7,9 m/s

Vitesse des vents déviés à gauche de 20° (pas de déviation à 40°) :

Beaumont	8 m/s (11 %)
La Hague	8 m/s

La proportion des vents est inversée mais à peu près identique. Cette déviation des vents sur leur droite paraît d'autant plus importante que le vent est plus continental.

Ces résultats confirment les résultats précédemment trouvés.

En été, l'étude des vents est beaucoup plus complexe car intervient "la brise de mer", expression que nous mettons entre guillemets car elle contient des significations fort différentes selon la direction : littoral de la brise de mer.

B)- LE PHÉNOMÈNE DE BRISE DE MER EXISTE-T-IL ?

Pendant plusieurs étés, nous avons parcouru la Normandie pour éclaircir le problème des brises. Nous avons interrogé les chefs des stations météorologiques, et leurs réponses ont été assez diverses.

A La Pointe du Roc, à La Hague, et à Dieppe, la brise de mer paraît exceptionnelle. A Maupertus, le chef de station estime que le nombre de jours par an ne dépasse pas 10. Pourtant, une étude a été faite par A. CHARON sur la brise de mer. Son auteur a eu l'obligeance de nous la faire parvenir. A Caen et à Deauville, la réponse a été très affirmative. Mais, en 1971, lorsque nous avons demandé un cas typique, aucun exemple n'a été suffisamment caractéristique pour pouvoir être relevé. Ce n'est qu'en 1972 et 1973 que nous avons pu en noter.

Le problème est donc très complexe pour de multiples raisons :

1°- Les jours où le gradient de pression est nul en Normandie sont rares.

2°- Les fortes températures sont exceptionnelles sur les côtes.

3°- La configuration de la côte normande n'est pas toujours très favorable. C'est le cas pour le Cotentin, en particulier. Selon les lieux, les conditions requises pour la naissance d'une brise de mer seront plus ou moins réalisées. Il nous faudra revenir sur cette question.

La brise, telle qu'elle est le plus souvent définie, c'est-à-dire un vent qui, dans la journée, souffle de la

mer vers la terre (brise de mer), et la nuit souffle de la terre vers la mer (brise de terre), est très rare en Normandie.

Par contre, si on définit la brise de mer comme un phénomène d'accélération ou de ralentissement lié au gradient thermique des basses couches de l'atmosphère, les unes situées sur la mer, les autres sur le continent, on observe des brises en Normandie.

Dans la journée, le sol s'échauffe rapidement ; la chaleur se transmet aux basses couches de l'atmosphère ; l'air s'élève et la pression baisse. La "brise de mer" naît. Nous mettons ce mot entre guillemets ; des mécanismes fort différents apparaissent alors.

1° - Le renforcement de la vitesse du vent du gradient.

Le vent souffle de la mer vers la terre. Vers onze heures, midi, parfois quatorze heures, la vitesse du vent s'accroît de 2 à 4 m/s environ, sans que sa direction soit changée. La petite dépression thermique située sur le continent joue alors le rôle d'une pompe aspirante qui favorise l'accroissement de la vitesse. Ce phénomène est assez fréquent dans la région de Granville. En été, les vents viennent le plus souvent du secteur Sud-Ouest à Nord-Ouest ; la nappe d'eau est peu profonde dans la Baie du Mont-Saint-Michel et suit les variations des températures continentales (l'eau à Jullouville peut atteindre 24° en Juillet, certaines années). L'arrière-pays est bocager. Toutes ces conditions sont peu favorables à l'établissement

d'une brise de mer active.

2°- L'inversion de la déviation de la direction des vents.

Au chapitre précédent, nous avons souligné la déviation des vents vers la gauche quand ils abordent le continent. Mais les pressions relativement basses établies sur l'intérieur ont une action supérieure à l'influence des forces de frottement, et elles inversent le sens de la déviation. Dans l'hémisphère Nord, les vents qui soufflent des hautes pressions vers les basses pressions sont déviés sur leur droite (force de Coriolis). Dans ce cas, le passage de la mer à la terre ne se traduit donc plus par une déviation vers la gauche.

Nous citerons trois exemples.

A- Dans la région de Caen :

Les conditions pour l'établissement d'une dépression dans la journée sont assez favorables :

- côte rectiligne,
- sol calcaire de la plaine de Caen qui se réchauffe et se refroidit rapidement,
- campagne cultivées, peu boisées,
- région relativement continentale, et pour cette raison un peu plus chaude que la Manche.

Pour étudier la déviation des vents, nous avons comparé la trajectoire à Ouistreham et à Caen pendant trois mois : Mai à Juillet 1971. Pour bien souligner la rotation vers la droite, liée à la brise de mer, nous avons uniquement examiné les cas des vents soufflant à Ouistreham de

Nord-Ouest à Nord-Est, c'est-à-dire des vents venant de la mer. Nous avons éliminé quelques cas difficiles à classer dans les rubriques jour ou nuit.

Il existe 22 cas où le vent a soufflé de ce secteur pendant la nuit et 4 cas pendant le jour, 3 cas où la brise de mer soufflait à Quistreham alors qu'un vent de direction variable était établi à Carpiquet (vent de Nord à Quistreham, des secteurs 160, 220, 260° à Carpiquet). La proportion double des vents qui soufflent de la mer dans la journée par rapport aux vents nocturnes est bien une preuve de l'existence d'une véritable brise de mer dans la journée, dont on reparlera ultérieurement.

Déviations des vents à Carpiquet
par rapport à ceux de Quistreham

	<u>Nuit</u>	<u>Jour</u>
Déviations vers la gauche	73 %	3 %
même direction	14 %	15 %
Déviations vers la droite	14 %	82 %

Le rayonnement du sol, la nuit, est assez intense ; les basses couches de l'atmosphère se refroidissent, la dépression diurne disparaît et le régime habituel se rétablit. Dans la journée, la dépression établie à Carpiquet, et connue du reste des météorologistes de la station, attire les vents marins et provoque leur déviation sur la droite en liaison avec la force de Coriolis. Ce phénomène s'applique à la brise de mer proprement dite, mais aussi à tous les vents du gradient qui soufflent de la mer et qui subissent ainsi une légère déviation. Les vents de NW ou

NNW souffleront à Caen déviés vers Nord à Nord-Est. La direction de NNE semble la plus fréquente.

Cette déviation des vents s'accompagne d'un accroissement de la vitesse.

Vitesse moyenne des vents de NW à NE

	<u>Carpiquet</u>	<u>Quistreham</u>
Nuit	3,7 m/s	5,4 m/s
Jour	4,7 m/s	7,2 m/s

L'accroissement de la vitesse est plus important à Quistreham, proche de la mer, qu'à Caen.

Ce phénomène de déviation des vents vers la droite survient de Mai à Octobre ; il s'établit le matin entre 7 et 10 heures et se termine le soir entre 18 et 21 heures.

Pendant ces trois mois, les vents qui soufflent à Caen de la terre vers la mer continuent à être déviés vers la gauche :

Déviatiôn à gauche	81 %
Direction semblable	11 %
Déviatiôn à droite	9 %

Ce phénomène de déviation est particulier à cette région de la Normandie.

B- La déviation des vents vers la droite à Beaumont-Hague :

La différence essentielle, par rapport à Carpiquet, est la durée de cette déviation. A Beaumont-Hague, la déviation vers la droite continue même la nuit.

La raison en est simple : la dépression subsiste pendant la nuit. Une inversion de température importante est décelable dans les mesures effectuées à 50 mètres au-dessus

du sol à Beaumont-Hague.

Moyenne des minima de température

	<u>Juin</u>	<u>Juillet</u>	<u>Août</u>
Sémaphore	11°4	13°6	14°8
Beaumont sol	9°7	12°4	13°3
Beaumont 50 m	11°3	14°6	14°4

La moyenne des minima à 50 mètres d'altitude est toujours supérieure à celle de Beaumont ; elle est même souvent supérieure à celle du Sémaphore malgré la différence d'altitude.

Il y a deux cents mètres d'écart. L'air qui séjourne vers 210 mètres d'altitude au-dessus de Beaumont-Hague est plus chaud de 1 à 3° que l'air qui séjourne sur la mer. Entre minuit et trois heures, la différence est encore plus importante, mais il n'existe aucun relevé au Sémaphore de La Hague entre 18 heures et 6 heures du matin. C'est en Juillet que les écarts sont les plus élevés. Le 15 Juillet 1969, la température entre 21 heures et minuit atteignait 22° à 210 mètres. Elle n'était que de 15° au sol.

Si l'on ne garde que les jours où l'inversion de température continue à peu près jusqu'à 6 heures pendant les trois mois de Juin à Août 1959, la déviation des vents à 6 heures du matin s'établit ainsi :

- les vents par rapport au Sémaphore de La Hague sont déviés vers la droite dans 62 % des cas à Beaumont (69 cas) et dans 80 % des cas à 50 mètres du sol. Ces différences sont normales puisque le phénomène est mieux établi en altitude qu'au sol.

Le relief assez accusé de cette péninsule rocheuse doit favoriser la stabilité nocturne. L'air qui se refroidit au contact du sol, à Beaumont, doit glisser vers la mer et non refroidir les couches supérieures. Celles-ci restent plus chaudes et la dépression se maintient à cette altitude.

C- La déviation des vents vers la droite à Maupertus :

A Maupertus, la déviation vers la droite continue à l'emporter. Pendant les deux étés 1958 et 1959, il a été possible de comparer les vents à Chantereyne, au bord de la mer, et à Maupertus, sur la hauteur, à midi.

Etudions ces déviations.

A : Pourcentage du nombre des cas (au total 74).

B : Pourcentage des jours où la température à Maupertus est égale ou supérieure à celle de Chantereyne.

Situation à Maupertus	A	B
Dévation à gauche	35 %	31 %
Pas de déviation	32 %	14 %
Dévation à droite	26 %	63 %
Brise de mer à Chantereyne seulement	5 %	40 %

Lorsqu'une déviation vers la droite apparaît, la station de Maupertus est généralement plus chaude que Chantereyne. La dépression s'établit sur le continent. Mais la situation dans le Nord-Cotentin n'est pas très favorable : la côte n'est pas droite, les températures ne sont pas très élevées (presqu'île), le bocage limite les gros écarts de température.

L'étude est d'autant plus délicate que la brise de mer proprement dite est N ou NNE à Chantereyne (Voir carte R p. 566) et plutôt NNW ou NW à Maupertus. La brise de mer est, dans l'ensemble, perpendiculaire à la côte. L'élimination de ces cas possibles de brise de mer dans la première catégorie étudiée ne change guère le pourcentage des jours où la température à Maupertus est égale ou supérieure à celle de Chantereyne. Mais il est impossible de séparer dans ce cas vent de gradient et brise de mer. L'estimation à 10 jours par an d'une véritable brise de mer à Maupertus paraît fort valable puisque la déviation vers la droite n'est pas très importante. Elle est légèrement plus fréquente à Chantereyne.

La déviation vers la droite des vents en été est donc un phénomène assez courant, mais sa fréquence est fonction du site de la côte. Une enquête par P. de FELICE en Bretagne, au mois de Juillet 1969, a donné des résultats identiques (Rôle heuristique de la climatologie pour la météorologie dynamique, Cahiers de l'A.F.S., Vol. 3, n° 2, Nov. 1970, p. 28-32). Il ne semble pas toutefois que P. de Félice ait fait des expériences de nuit ou en hiver, et sa généralisation paraît hâtive.

3°- "La brise de mer" au sens restreint du terme.

Nous citerons trois exemples, avec des caractères différents :

- une brise faible, rare, à Cherbourg-Chantereyne,
- une brise "à orcuillard" à Deauville,
- une brise plus affirmée à Carpiquet.

a)- La brise de mer à Cherbourg-Chantereyne :

La station n'existe plus et il n'est plus possible de faire une étude précise. La brise de mer est trop rare à Maupertus pour être étudiée.

Nous reprendrons les résultats trouvés par A. CHARON dans une étude non publiée : La brise de terre et de mer et ses effets sur les divers éléments météorologiques. Il cite cinq cas en 1948 (des sondages ont été effectués) et un cas de brise de terre.

Si on résume les résultats obtenus à Cherbourg, on constate une brise bien faible :

- elle apparaît par gradient de pression nul,
- elle dure de 12 à 16 heures,
- elle est peu épaisse : 200 mètres,
- sa vitesse est faible : 1 à 2 m/s. Ces chiffres sont confirmés par les cinq cas que nous avons relevés en 1958 et 1959 :

NE	1 m/s
NNE	2 m/s
N	1 m/s
N	2 m/s
N	2 m/s

- elle ne semble pas apporter de perturbation au système nuageux.

Sa faible épaisseur est un obstacle à une pénétration à l'intérieur. C'est pour cette raison qu'elle reste limitée essentiellement aux parties basses de la côte.

La brise de terre citée n'est guère typique : c'est une simple accélération de la vitesse du vent au gradient.

c)- La brise de mer à l'aérodrome de Deauville - Saint-Gatien.

M. Germain, chef de la station météorologique de Deauville, a eu l'amabilité de nous faire parvenir cet exemple qu'il estime être le type même de la brise de mer dans la station. Nous vîmes, au cours d'une visite effectuée en Décembre 1971, essayé de trouver un exemple. Mais aucun cas typique n'avait pu être relevé au cours de l'année 1971.

Le 1er Novembre 1972, une situation anticyclonique à faible gradient (carte R p. 567) était établie sur la Normandie. Le matinée a été ensoleillée : 1/8 de cirrus. Le réchauffement devint important :

8 h	: 8°0
9 h	: 11°2
10 h	: 12°7
11 h	: 14°3
12 h	: 15°5

Le vent, dans la matinée, était variable, allant de Sud à Sud-Ouest, temporairement à Sud-Est. La vitesse la plus forte a été relevée à midi : 3 m/s.

Dès 9 h.20, le Sémaphore de Villerville, situé à 5 km de l'aérodrome, signale du brouillard sur la mer. L'importance des noyaux de condensation voisins de l'estuaire explique la formation de brouillards fréquents sur Honfleur. Ces brouillards sont peu épais : de l'aérodrome, on en aperçoit le sommet au N.N.E. de la station. Cette

présence du brouillard sur la mer doit accentuer la différence de température entre la mer et la terre. La brise de mer s'établit alors sans aucune difficulté.

12 h.30 T.U. : 15° Td (température du point de rosée) 11°
vent Sud 1 à 2 m/s

12 h.40 : 16° Td 9°8 ; le vent subit une rotation à 340, puis 300° (NNW puis WNW) ; le brouillard pénètre sur l'aérodrome.

12 h.50 : 11°3 Td 10°7. Visibilité horizontale : 300 mètres. Stratus à 30 m 8/8.

13 h.10 : 10°6 Td 10°6 : l'air est saturé. Le brouillard atteint le sol (ciel couvert 8/8). La visibilité horizontale : 150 à 200 mètres.

Ce type de temps persistera jusqu'au soir, interdisant l'accès de l'aérodrome aux avions.

En moins d'une heure, le ciel s'est couvert totalement, la température a baissé de 5°4 en une demi-heure. La rotation du vent entraîne la pénétration de l'air marin.

Cet aspect bien particulier de la brise de mer à Deauville - Saint-Gatien s'explique par la proximité de l'estuaire de la Seine sur laquelle des brouillards sont fréquents. L'amplitude thermique entre la mer et la terre, pour cette raison, augmente.

c)- La brise de mer à Carpiquet.

Elle apparaît un jour sur trois à un jour sur cinq, pendant la saison d'été. Les météorologistes de la station

de l'air est tellement qu'elle arrive deux fois plus souvent à Quistreham qu'à Carpiquet. Elle peut atteindre le pied du Mont-Pinçon.

Quand elle est faible, un vent de Nord se transforme en vent de Nord-Est et sa force s'accroît jusqu'à 5 m/s. Les cumulus de basse teneur, preuves de l'ascendance de l'air, disparaissent par le Nord et sont remplacés par des stratus situés vers 200 ou 300 mètres d'altitude. Généralement, elle apparaît vers 14 heures et disparaît vers 20 ou 21 heures. Mais elle peut durer moins longtemps. Nous avons relevé des cas de 15 à 16 heures ou de 17 à 20 heures.

Quand l'amplitude est forte, supérieure à 5°, la brise est plus nette. Le 13 Juillet 1973, lors d'une visite à Carpiquet, nous avons assisté à un cas de brise de mer. Nous avons photographié les enregistrements en cours et pris une note de l'incident (Ann. 500). Celle-ci rendait cette atmosphère embrumée qui retenait une partie du rayonnement solaire. Ce matin-là, un faible vent de Sud de 2 m/s soufflait sur la côte et par moments le drapeau vert s'agitait, immobile, à Luc-sur-Mer.

Avant onze heures T.U., la brise de mer s'est levée sur cette dernière station ; mais elle est apparue à Caen vers 12 h.30 seulement.

A 6 heures, la température n'était que de 11°1. Elle est passée à 15°3 à 9 heures, à 17° à 12 heures, avec 56 % d'humidité. A quinze heures, la température avait légèrement décroît : 20°3, et l'humidité relative a augmenté : 69 %. Les deux enregistrements soulignent cette arrivée

du vent à 12 h.30 : la direction est passée brutalement d'ENE à NNW avant d'osciller autour de NNE. La vitesse s'élève pendant la même période de 0 à 2 m/s à 4 ou 5 m/s. A Carpiquet, si la visibilité au sol était acceptable, le ciel n'apparaît guère au travers des stratus (nébulosité 7/8). Par contre, à Luc, au même moment, le soleil continuait à briller, le ciel était clair. Il semble que ce soit le contact de l'air chaud relativement stagnant avec l'air marin qui provoque cette nébulosité sous forme de stratus. Les auteurs anglais parlent de front de brise de mer. (Sea-Breeze front near the South Coast of England de K. ROWLES in Meteorological Magazine, vol. 101, N° 1198, Mai 1972). Dans cet article, L. ROWLES souligne que, sur la côte Sud de l'Angleterre, l'inversion due à la brise de mer peut se faire sentir jusqu'à 800 mb (2.000 m).

Un autre bon exemple est celui du 19 Juin 1973.

Le matin, un marais barométrique est installé sur l'Europe occidentale (carte R p. 571). Le vent est de direction variable (secteur Est ou Sud), de faible force 0 à 3 m/s (photo des bandes enregistrées R p. 570). La température augmente brutalement à partir de 5 heures (10°2) jusqu'à 11 heures (24°). L'humidité relative baisse brutalement à partir de 8 heures (photos des enregistrements R p. 570). Dès 9 heures, la brise de mer est enregistrée à Ouistreham (vent de N.E. 3 m/s).

La brise de mer arrive à 14 heures à Carpiquet.
Le phénomène se manifeste :

1°- par une chute brutale de température (3°) suivie par une légère remontée dans les deux heures suivantes. Le "crochet" thermique négatif est assez semblable à celui qui existe au passage de certains fronts.

2°- par une augmentation correspondante de l'humidité relative qui passe de 53 à 72 en moins d'une heure.

3°- par un changement de la direction du vent qui soufflera désormais assez régulièrement du Nord.

4°- par une augmentation de la vitesse du vent qui passe de 2 à 5 m/s.

5°- par la présence d'altostratus et de cirrostratus qui cachent à peu près complètement le ciel (nébulosité 7/8).

Dans ce cas précis, la brise de mer s'arrête vers 17 heures avec l'éclatement d'un orage (marais barométrique, approche du front froid).

On pourrait multiplier les exemples, qui ont été très nombreux en 1973, en raison des fortes températures de l'été. La brise de mer ne dépasse pas 4 à 5 m/s à Carpiquet ; elle peut atteindre 6 à 8 m/s à Ouistreham. La description de la journée du 19 Juin 1973 montre que l'arrivée de la brise de mer est un peu semblable à l'arrivée d'un front où les précipitations seraient remplacées par une forte nébulosité. L'expression anglaise de "front de brise de mer" paraît assez valable pour Caen. La ligne de cumulus que l'on aperçoit en retrait des côtes, en été, marque en quelque sorte la limite extrême de l'avancée de la brise de mer sur le continent. Dans la frange côtière

soumise à la brise de mer, les nuages sont de type stratiforme. La brise de terre reste cependant très rare.

d)- Les conditions favorables à l'établissement de la brise de mer.

En Normandie, l'étude de la brise de mer est donc beaucoup plus complexe que sur les régions méditerranéennes. La brise sera plus ou moins fréquente selon les lieux et son aspect changera. En résumé, les conditions les plus favorables à l'établissement de la brise de mer sont les suivantes :

1°- Un faible gradient. L'air stagne alors sur le sol ou la mer. Il est alors plus sensible à l'action du substratum.

2°- Une amplitude diurne au moins supérieure à 5°. Il semble que l'établissement de la brise soit davantage lié à un relèvement rapide des températures pendant la matinée qu'à de fortes températures diurnes. En effet, la variation sur la mer est quasi nulle, et il se crée en quelques heures un gradient important de température entre la mer et la terre. Ceci explique l'existence de la brise de mer en Novembre. Tout ce qui permet un échauffement rapide représente un élément favorable.

3°- Les sols qui s'échauffent très vite : calcaire, sol nu, champs cultivés ...

4°- Une pente exposée au soleil qui favorise les phénomènes convectifs. Pour cette raison, Vauville, dans la Manche, sur la côte Ouest, à proximité de hautes dunes

sableuses, connaît des cas de brise de mer utilisés par des pilotes de vol à la voile. La côte Nord, au contraire, toujours à l'ombre, sera peu sensible à la brise.

Si l'on excepte le cas d'une pente rocheuse bien exposée au soleil, le relief semble plutôt un obstacle. Les échanges mer-terre se font mal. C'est sans doute la raison qui explique l'absence de brise de mer à Dieppe et dans tout le Pays de Caux, La Hève excepté. Nous avons de hautes falaises à l'ombre ; sauf à marée basse, il n'y a pas d'estran. Aucun phénomène d'ascendance ne naît à proximité de la mer. L'expérience des pilotes de vol à voile semble montrer que le processus de brise de mer s'amorce au niveau de la mer. Nous l'avons constaté en comparant les vents à Chantereyne et à Maupertus. Au pied des falaises du Pays de Caux, les phénomènes d'instabilité, quand ils existent, seront de faible ampleur, la "brise" sera alors canalisée par la côte mais ne pénétrera pas perpendiculairement sur le continent comme dans la campagne de Caen. Le vent dominant à Dieppe en été vient d'Ouest et semble donc confirmer cette hypothèse.

5°- Une côte rectiligne. Lorsque la côte est découpée, l'appel d'air se fait suivant plusieurs directions et le mécanisme s'établit difficilement.

6°- L'insolation. Les températures augmentent plus rapidement.

7°- Le brouillard qui s'étend sur la mer. Celle-ci ne se réchauffe pas et les différences terre-mer sont

accentuées. Cela explique, comme nous l'avons vu, la brise de mer à Deauville, mais également à La Hève.

En résumé, la brise de mer n'est pas un phénomène très fréquent en Normandie, sauf lorsque les conditions ci-dessus sont réalisées. La Normandie est en effet une région de bocage et une grande partie des côtes sont bordées de falaises orientées vers le Nord. L'amplitude diurne y est faible. Les vents du gradient, par contre, sont puissants.

CONCLUSION

La direction des vents des stations côtières normandes est avant tout soumise à des conditions locales. Nous commenterons, pour le prouver, quatre roses des vents établies de 1951 à 1960 pour le mois de Janvier et le mois de Juillet, mois les plus représentatifs de l'hiver et de l'été : Dieppe, La Hève, Cherbourg et La Hague.

Pendant cette période, la fréquence des types de temps s'établit ainsi :

	<u>Janvier</u>	<u>Juillet</u>
SW	28 %	27 %
W	28 %	27 %
NW	18 %	24 %
N	6 %	5 %
NE	8 %	5 %
E	4 %	5 %
SE	8 %	3 %

Les secteurs J et SW vont l'emporter largement. Le Sud est la direction dominante de la rose des vents de La Hague en Janvier. La déviation sur la gauche d'un vent de SW le transforme en vent de Sud. Or, à La Hague, les vents de Sud-Ouest sont déviés ; les vents d'Ouest en partie sont déviés, en partie conservent leur direction. L'importance de la direction de N.E. provient de la canalisation des vents par la Manche. Les vents les plus rapides correspondent à l'axe de la Manche : N et NE, SE, SW, S.

A Cherbourg-Chantelayne, la déviation des vents de Sud-Ouest est moindre qu'à La Hague ; les vents d'Ouest prennent une direction WSW, ceux de Nord-Ouest la direction d'Ouest alors qu'à La Hague les vents de Nord-Ouest sont déviés. Le canal de Cherbourg exerce l'influence d'importance des vents d'est au lieu de ceux de Nord-Est : Le vent d'Est est dévié. Le Cap Lévy canalise les vents de NE qui, en suivant la côte, arrivent avec une direction d'Est ou intermédiaire à l'Est.

A Lorient, la déviation sur la gauche des vents de SW qui prennent une direction de Sud. Les vents WSW et une partie des vents J deviennent SW et S. La partie droite des vents d'Ouest conservent leur direction. Les vents de N.E., descendant du Pays de Caux, reçoivent une déviation sur la droite de ce fait et sont canalisés par la vallée de la Seine et ses falaises.

La rose des vents de Dieppe est très caractéristique : nous avons vu que les vents de Nord-Ouest sont peu déviés,

alors que les vents d'Ouest sont déviés pour près de la moitié de 40° . Aussi la direction Ouest est-elle moins bien représentée que dans les trois autres roses des vents. La forte déviation des vents de SW que nous avons constatée, renforcée encore par la direction du relief et des vallées, apparaît fort bien par l'importance des directions de Sud et de Sud-Est. L'importance des vents d'Est provient de la canalisation par la côte des vents de Nord et de Nord-Est.

Ces roses des vents reflètent bien la déviation sur la gauche des vents en hiver, déviation plus ou moins importante selon les endroits et la canalisation par les côtes, les vallées, le relief.

En été, les vents de Sud disparaissent : la déviation sur la gauche cesse. Soulignons l'absence de brise de mer à La Hague, vent qui soufflerait de Nord. La direction de Nord-Ouest paraît peu importante, car les vents de Nord-Ouest sont comme en hiver déviés parallèlement à la côte et se transforment en vent d'Ouest. Les directions d'ENE, de NE, d'E restent relativement importantes (axe de la Manche pour les deux premières directions et canalisation par la côte pour la troisième).

A Chantereyne, les vents d'Ouest et puis d'Ouest-Sud-Ouest l'emportent largement :

- Canalisation par la côte.
- Déviation vers la droite des vents de SW qui s'affaissent sur la côte.

- Les quelques onfonèmes de brise de mer qui peuvent se produire sur le pont surmontent le lieu des folies et suivent également la direction générale de la côte.

Les vents de Nord-Ouest continuent à être déviés vers la gauche et s'écoulent aussi parallèlement à la côte. La brise de mer n'apparaît pas non plus sur cette rose des vents.

A La Hève, ce n'est plus le Sud-Ouest qui est la direction principale, mais l'Ouest (faible déviation). La brise de mer peut venir d'Ouest. Les vents de Nord-Ouest ont une fréquence normale.

En résumé, l'Ouest est aussi la direction dominante :
- canalisation par la côte des effets de brise de mer,
- déviation vers la gauche moins accusée qu'en hiver, mais qui subsiste quand même : les directions de Sud et de Sud-Est sont beaucoup plus fréquentes que dans les autres stations.

On retrouve donc dans ces roses des vents les principaux éléments étudiés précédemment : déviation vers la gauche des vents plus forte en hiver qu'en été, importance des vents canalisés par la côte. On peut, malgré tout, se demander pourquoi les vents d'Ouest sont plus importants en été. Avançons une hypothèse. L'air sur la mer est relativement froid et stable ; il sera donc davantage canalisé par la côte (forme générale) en été qu'en hiver, où plus instable, plus chaud que l'air situé au-dessus du continent, il aura tendance à s'élever et pénétrera mieux

sur le continent. La carte indiquant le vent dominant pendant cette même période sur les côtes de l'Atlantique met bien en valeur cet aspect : le vent est parallèle à la forme générale de la côte (Carte R p. 577).

Il est bien entendu que, pendant une autre période, les roses des vents pourraient être légèrement différentes car elles dépendent aussi des types de temps.

II- L'INFLUENCE DU VENT SUR LES TEMPÉRATURES *****

La direction du vent exerce une influence directe sur les températures : tout vent qui vient de la mer provoque des températures douces en hiver, fraîches en été.

Pour toutes les stations côtières précédentes, à l'exception de Barfleur et de La Hague, où il est difficile de séparer vents marins et vents continentaux, nous comparons les températures relevées à 6 heures en fonction de la direction des vents.

Nous distinguerons :

1°- les vents marins, océaniques, arrivant par l'Ouest de la Manche,

2°- les vents marins plus influencés par le continent : ils arrivent par l'Est de la Manche, canalisés par la partie plus étroite de la mer :

ou ils viennent du continent et traversent une faible étendue de mer avant d'aborder à nouveau les côtes normandes,

Il viennent de la mer mais doivent traverser une bande étroite de terre.

Les températures sont :

Les températures en fonction des vents "océaniques"

Pointe-du-Roc	(260° à 320°)	7°9	altitude	41 m
Maupertus	(300° à 340°)	7°4		135 m
Deauville	(240° à 340°)	5°8		144 m
La Hève	(240° à 340°)	6°3		101 m
Bateau-Phare	(160° à 40°)	6°1		
Dieppe	(220° à 320°)	5°9		33 m

à Dieppe, en raison de l'importante déviation des vents sur leur gauche, nous avons estimé que la direction de 220° pouvait être considérée comme "océanique".

Il y a peu de différences entre les températures des diverses sections. Ces températures baissent progressivement de l'Ouest à l'Est de la Manche.

Les températures en fonction des vents "terrestres"

Pointe-du-Roc	(180° à 240° et 340 à 360°)	6°1
Maupertus	(220° à 280°)	5°8
	(360° à 60°)	2°8
Deauville	(200° à 220°)	4°1
	(360° à 20°)	3°8
La Hève	(360° à 20°)	3°6
	(100° à 120°)	4°
Bateau-Phare	(50° à 140°)	3°6
Dieppe :	200°	5°1
	(340° à 60°)	2°1

Les températures sont inférieures aux précédentes, surtout lorsque la masse d'air vient du NE. Nous retrouv-

vons le même phénomène de dégradation des températures de l'Ouest à l'Est de la Manche. Si l'on prend dans toutes les stations la moyenne des températures par vents d'Ouest et WNW, on retrouve cet aspect :

La Hague	8°1
Barfleur	7°6
Pointe-du-Roc	7°4
Maupertus	7°
Bateau-Phare	7°
La Hève	6°3
Deauville	6°3
Dieppe	5°4

Dans une partie des stations, l'influence du vent local l'emporte sur l'influence du vent géostrophique. En général, l'air venant du Sud-Ouest est le plus chaud. Mais dans certaines stations, les masses de Nord-Ouest d'origine marine sont encore plus douces ; c'est le cas à la Pointe-du-Roc (moyenne des températures 8°1 par vent de Nord-Ouest, 6°6 par vent de Sud-Ouest). La différence est semblable au Bateau-Phare : températures moyennes par vents d'Ouest à Nord-Ouest : 7°7, 6°1 par vent de Sud-Ouest ; on pourrait multiplier les exemples.

Par vent de Nord-Est, les différences entre les stations sont encore plus importantes :

Barfleur	4°6
Bateau-Phare	3°8
Pointe-du-Roc	2°1
Maupertus	1°8
La Hève	1°3
Dieppe	0°9
Deauville	- 0°2

L'air est vicié, le 5^e entre Barfleur qui reçoit un air purement maritime et Deauville où l'air est continental puisqu'il vient du Pays de Caux.

Les températures en fonction des vents "continentaux"

Pointe-du-Roc (20° à 160°)	2°8
Maupertus (60° à 200°)	2°5
Deauville (60 à 100°)	0°8
La Hève (40° à 60°)	1°
Dieppe (60 à 160°)	1°6

Les températures sont du même ordre de grandeur à toutes les stations.

On explique très bien, désormais, la température moyenne des stations.

Les stations qui reçoivent le moins de vents "continentaux" sont les plus chaudes en hiver.

La moyenne des trois mois d'hiver s'établit ainsi pour la période 1931-1960 :

La Hague	7°
Barfleur	6°6
Cherbourg (Chantereyne)	6°7
Pointe-du-Roc	5°6
Longues	5°3
La Hève	4°9
Fécamp	4°7
Dieppe	4°6
Deauville	4°3

Les températures de Juillet et d'Août sont moins dépendantes des vents. Les stations les plus exposées aux vents des secteurs Nord à Nord-Est sont les plus froides :

Dieppe	16°2
Fécamp	16°2
Longues	16°4
Deauville	16°5
La Hague	16°6
Cherbourg-Chantereyne	16°7
Barfleur	16°8
La Hève	17°2
Pointe-du-Roc	17°6

La Hève bénéficie de la proximité de la vallée de la Seine qui canalise la chaleur.

Nous n'avons pas intégré les températures du mois de Juin. La grande particularité des stations côtières est d'être plus chaudes en Septembre qu'en Juin (réchauffement progressif de la mer).

Les températures de Septembre par rapport à celles du mois de Juin s'établissent ainsi :

La Hague	+ 1°6
Fécamp	+ 1°2
Dieppe	+ 1°1
Barfleur	+ 1°1
Cherbourg-Chantereyne	+ 1°
Pointe-du-Roc	+ 0°8
Longues	+ 0°8
Deauville	+ 0°2
Caen	+ 0°2
Rouen-Rouvray	- 0°4
Alençon	- 0°8

Les trois mois d'été dans les stations côtières sont donc Juillet, Août, Septembre, et dans les stations

17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

La vitesse des vents qui viennent de la mer inter-
vient surtout en hiver, lorsque le vent est fort, mais
les températures sont basses (Recherches sur l'originali-
té du climat côtier - Communication faite au Congrès de
la mer à Dinard en 1872), comme le montre une comparaison
effectuée entre Cherbourg-Chantereyne et Cherbourg-Maupertus.
En été, lorsque le vent est faible, l'air marin frais
stagne à Chantereyne (plus froid de 1°7 que Maupertus) ;
lorsque la vitesse augmente, les différences diminuent et
il n'y a plus entre les deux stations de différence.

Ecart de température à Cherbourg-Chantereyne
par rapport à Cherbourg-Maupertus par
vent Nord-Est en été.

Vitesse du vent
à Chantereyne

1 à 3 m/s	- 1°7
4 à 6 m/s	+ 1°1
7 à 9 m/s	+ 0°4

En hiver, l'absence de vent à Chantereyne doit
durer au moins 6 heures pour que la différence de tempéra-
ture soit inférieure au gradient thermique. L'air froid
s'accumule alors dans la partie basse.

En dehors de ces quelques cas un peu particuliers,
la vitesse du vent n'intervient pas sur les températures.

III- L'INFLUENCE DU VENT SUR LES PLUIES

Pour étudier ce phénomène, nous avons représenté la hauteur de la lame d'eau tombée pendant vingt jours, en fonction de la direction du vent géostrophique, sur six cartes, trois en hiver, trois en été (R p. 575-580).

Pour la saison froide, nous avons établi les trois cartes au cours de deux décades :

Vent géostrophique d'Ouest (R p. 575)

1ère décade de Novembre 1969

1ère décade de Février 1970

Nord-Ouest (R p. 576)

1ère décade de Février 1969

2ème décade de Février 1970

Sud-Ouest (R p. 577)

1ère décade de Décembre 1972

3ème décade de Novembre 1970

La légende pose un problème.

La différence de hauteur de la lame d'eau est telle entre les stations qu'elle nécessite un très large éventail de signes. Mais il sera alors impossible de déceler les nuances côtières. Nous avons donc choisi deux échelles : la première, lorsque la hauteur des précipitations est partout inférieure à 140 mm ; la seconde si ce chiffre est dépassé. Pour éviter toute confusion, les deux échelles disposent de signes différents. Lorsque l'altitude atteint ou dépasse 200 mètres, les quantités sont représentées par des croix.

Vent glaciographique n° 126 (2 p. 576)

111-1115

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841.

31 11

14 "

13 "

14 11

9 30111, t

7 11

○ 〓 〓 〓

511

Ó "

· 1 ·

18 "

19 "

25 11

25 "

47 "

28 11

29 11

2. 11

4 Settembre

L'étude de ces six cartes souligne des caractères importants :

1°- Les stations côtières, qui reçoivent directement le vent de la mer, ne sont jamais très arrosées, à l'exception de :

- Beaumont-Hague et Maupertus, à quelques kilomètres de la mer, sur une hauteur ;
- Beauvoir et La Hève par vent de Nord-Ouest,
- Beauvoir et des stations au Nord du Cap d'Antifer par vent d'Ouest,
- du Cap d'Antifer par vent de Sud-Ouest (position favorable).

2°- Les stations côtières sont généralement moins arrosées en été que le reste de la Normandie.

3°- Certaines stations situées au bord de la mer ne méritent pas l'épithète de côtières si le vent vient de l'intérieur.

La Hague, à 2 kilomètres, ou Maupertus à 26 kilomètres par vent géostrophique de Sud-Ouest, sont alors beaucoup plus arrosées ; et la deuxième, en particulier, s'intègre dans la "bande côtière pluvieuse".

4°- De 4 à 40 kilomètres de la côte, les précipitations atteignent un maximum que nous qualifierons de "bande côtière pluvieuse" qui a déjà été signalée par J. SANSON et P. PEDELABORDE. Des stations élevées comme Buchy, que rien ne sépare de la mer, sauf la distance, reçoivent une lame d'eau moins importante que des stations plus basses mais plus proches de la côte. Pour la période 1961-1970, les précipitations atteignent par an :

| | |
|--------------------------|---------|
| Bolbec (61 m) | 1002 mm |
| Goderville (125 m) | 1024 mm |
| Buchy (201 m) | 966 mm |
| Forges-les-Bains (158 m) | 875 mm |

Pour les deux décades qui servirent à représenter la carte par vent d'Ouest, les chiffres s'établissent ainsi :

| | |
|------------|--------|
| Bolbec | 143 mm |
| Goderville | 127 mm |
| Buchy | 118 mm |
| Forges | 103 mm |

Bolbec est située à une vingtaine de kilomètres de la mer.

Sur la côte du Calvados, les stations arrosées paraissent plus proches du rivage : Brémoy, Bayeux, Cozulé (4 à 2 kilomètres) ; mais l'altitude est plus faible.

Sur la côte occidentale du Cotentin, La Ferrière et surtout Briquebec (34 mètres, 15 kilomètres de la mer) jalonnent cette bande. Elle dépend de la proximité de la mer ; elle se rapproche du rivage lorsque la côte est basse, ou que de très hautes falaises comme le Cap de La Hague obligent l'air à monter brutalement.

Elle varie selon la saison. En été, elle paraît proportionnellement moins nette dans le Cotentin, mais elle subsiste. Sur la côte du Calvados, au contraire, elle se marque davantage. Dans le Pays de Caux, elle est plus éloignée du rivage qu'en hiver. Yvetot et Auffay, à 23 et 28 kilomètres de la mer, sont plus arrosées que Bolbec.

Les causes de ces phénomènes ne semblent pas encore parfaitement éclaircies. Trois raisons paraissent essentielles :

1°- Le contraste thermique.

En hiver, la mer favorise l'instabilité de la masse d'air.

R.M. BLACKALL, dans son article "Warming of the lower troposphere by the sea" (The Meteorological Magazine 1973, vol. 102, p. 73), a représenté des sondages montrant l'instabilité d'une masse d'air froid qui se réchauffe progressivement sur l'Océan. Le 26 Février 1968, un air stable à De Bilt est devenu instable à Shoeburyness après une courte traversée (160 km). La mer joue donc le rôle d'une dépression. L'instabilité de l'air pénétrant sur le continent est renforcée par la diminution de la vitesse, les forces de frottement, l'altitude. La quantité des pluies augmente. L'air tiède et humide, en se refroidissant sur le continent, provoque des pluies abondantes. Mais ce phénomène joue progressivement à mesure que l'air pénètre sur le continent.

En été, la situation s'inverse. Dans un article "The importance of low sea surface temperatures in inhibiting convection along the North sea coast in Summer (The meteorological magazine, vol. 101, N° 1198, Mai 1972, p. 155-156), D.R. HINDLEY souligne la stabilité de l'air en été.

Les sondages du 4 Juillet 1954 (R p. 581) de Trappes et de Brest à 3 h montrent la stabilité de l'air à Brest jusqu'à 1000 mètres d'altitude environ. Le phénomène est moins prononcé à Trappes. La masse d'air vient du Nord-Ouest et est la même dans les deux endroits. Mais à Trappes, l'air est plus continental, à Brest plus maritime, plus humide et plus froid. Cette stabilité de la masse, près de la mer, se marque par une couche d'état à droite de l'adiabatique saturée et une humidité relative qui diminue à peu près constamment de la base vers le haut.

En fait, la mer joue donc le rôle d'un anticyclone. A. J. M. G. a écrit dans le Journal of applied meteorology (juin 1972) un article, "The influence of a Great Lake anticyclone of the Atmospheric circulation", dans lequel il montre l'influence d'un anticyclone établi sur le lac Michigan lorsque les températures s'élèvent sur le continent. L'air est donc stable et les précipitations diminuent près des côtes.

On comprend mieux la différence de pluviosité entre Le Tréport et La Hague, par air de Nord-Ouest, car le trajet maritime est plus court. Le Cotentin, en été, est souvent moins arrosé que le Pays de Caux, malgré la situation favorable, car les influences maritimes sont très fortes ; l'air est donc très stable, la proportion des pluies d'été devient faible.

Ce contraste thermique, très important, transforme la masse d'air sur une épaisseur de 1.500 à 2.000 m -

une grande partie de la vapeur d'eau est concentrée dans cette couche.

2°- Le rôle des forces de frottement.

Les forces de frottement provoquent une diminution rapide de la vitesse du vent et sa déviation sur la gauche. Le frottement a donc pour effet de faire converger le vent vers les centres dépressionnaires. On démontre que les anticyclones et les dépressions où le vent réel est dévié d'un angle α par rapport à la direction de l'isobare et du vent géostrophique entraînent respectivement la divergence et la convergence.

Les vents déviés, soit par les forces de frottement, soit par la côte, forment des éléments d'anticyclones ou de dépressions. L'équilibre doit être réalisé entre les trois forces suivantes : force de gradient, force cyclostrophique et force de frottement quand la vitesse du vent est pratiquement uniforme (R p. 582). Si l'on pose :

V = vitesse du vent au sol (vitesse uniforme, résultat de l'équilibre entre les forces du gradient, cyclostrophique et de frottement)

α = l'angle du vent par rapport à l'isobare

R = le rayon de courbure de l'isobare (positif par définition quand la courbure est positive (circulation cyclonique))

$$\text{on a } \text{Div } H = - 2 \sin \alpha \frac{V}{R} \quad (1)$$

(1)- Calcul effectué au cours d'exercices du Séminaire de P. PEDELABORDE, 1969, Etude mécanique élémentaire des vents ...

En réalité, les convergences et divergences seront ici les mêmes qu'en cas de frottement, à moins qu'il subsiste une incertitude sur l'ordre de grandeur du frottement. L'observation semble prouver toutefois que les courbes convergentes ou divergentes sont suffisantes pour régler sur le volume des précipitations.

Le calcul permet de montrer précisément que l'ordre de grandeur de la convergence ainsi introduite par les courbes dues à la déviation continentale du vent peut intervenir sur les pluies. Div. α est en effet de l'ordre de 10^{-5} dans les cyclones de la zone tempérée, générateurs de pluie.

Nous allons prendre pour exemple Caen, station où la vitesse est devenue uniforme (moyenne annuelle du vent à Caudebec : 4,4 m/s ; à Caen : 4,3 ; la déviation des vents disparaît ; mais par rapport à la mer, la vitesse du vent à Caen représente toujours les deux cinquièmes de celle relevée à Caudebec).

- $\alpha = 40^\circ$: à Caen direction 32° ;

direction des vents prédominants : 32°

($\sin 40^\circ = 0,64$)

- $R =$ rayon de courbure 12 km, soit 3.600 m

(dans le Pays de Caux, le rayon de courbure

mesuré en liaison avec la direction de la

déviations des vents à 16 km)

... Cette figure est un schéma simplifié de la L.F., "Océan" et "Terre" sont les "lignes de l'océan" et "de la terre" respectivement. Les courbes de l'océan et de la terre sont les "lignes de l'océan" et "de la terre" respectivement.

- V = vitesse du vent : 9 m soit 900 cm (la vitesse à La Hague atteignait 18 m/s et il n'a pas plu).

$$\text{Div}_H = \frac{2 \times 0,64 \times 900}{3.200.000} = - 3,6 \times 10^{-4};$$

Le résultat est supérieur à celui qui correspond aux cyclones de la zone tempérée. La convergence est donc suffisante pour provoquer ou accroître la pluviosité. Ce jour-là, il est tombé en 12 heures 6 mm à Caen.

Des compléments intéressants existent dans l'article de H.A. PANOFISKY et E.L. PETERSEN : "Wind profiles and change of terrain roughness at Ris", Quart. J.R. Met. Soc., 1972, p. 845-854.

3°- En été, les phénomènes de brise de mer perturbent cette situation.

M. A. ESTOQUE (A theoretical investigation of the sea breeze, Quarterly Journal Royal Meteor. Soc., 87, 1961, p. 136-146), repris par A.E. STRONG (article cité ci-dessus), a montré que la brise de mer aura un effet différent selon la direction du vent du gradient.

Par exemple, en Normandie, si la brise de mer est parallèle à la côte comme à Dieppe (rose des vents, R p. 573), avec un vent de gradient de Nord-Ouest, deux lignes d'ascendance de la mer apparaissent, l'une en bordure de la côte, l'autre à 20 ou 30 kilomètres en arrière.

Lorsque le vent du gradient est perpendiculaire à la falaise, il n'existe qu'une ligne d'ascendance de l'air entre 8 à 15 kilomètres de la côte.

Lorsque le vent ou gradient se heurte à la brise de mer comme par exemple sur la côte du Calvados, entre Bayeux et Caen, on note quelques faibles pluies supplémentaires. Citons, comme exemple, les trois mois de Mai à Juillet 1971. Nous avons réparti les précipitations en quatre catégories :

- 1°- apportées par des vents marins du secteur 300° à 60° au cours de la journée,
- 2°- au cours de la nuit,
- 3°- par les vents du secteur 80 à 280° (les perturbations d'Ouest ou de Sud-Ouest apportent le plus de pluie au cours de la journée),
- 4°- au cours de la nuit.

La moyenne par jour ou par nuit (sans tenir compte des jours sans pluie) s'établit ainsi :

| | |
|----------------|------|
| 1ère catégorie | 1 mm |
| 2ème | 0,2 |
| 3ème | 0,7 |
| 4ème | 0,- |

Lorsque le vent vient de l'intérieur, la pluviosité est à peu près équilibrée entre le jour et la nuit.

Lorsque le vent arrive de la mer, il pleut 5 fois plus le jour que la nuit. La brise de mer favorise les précipitations dont l'ordre de grandeur atteint alors 0,6 à 0,8 mm.

Sur la côte du Cotentin, l'absence de brise de mer, l'importance de la stabilité de l'air réduisent les précipitations apportées l'été.

En saison froide, le passage de l'air sur la mer favorise l'instabilité de l'air. Celle-ci est renforcée par les forces de frottement dont l'action atteint son maximum entre 10 - 20 kilomètres de la côte.

En été, l'air maritime frais est stable ; les précipitations côtières sont rares, mais les phénomènes de brise de mer compliquent les résultats. Au Nord du Cap d'Antifer, deux lignes d'ascendance existent, la deuxième plus éloignée du rivage qu'en hiver pour cette raison. Les stations maritimes sont légèrement plus arrosées. La côte du Calvados est peu humide mais la bande côtière bénéficie de pluies supplémentaires grâce à la brise de mer. Le Cotentin ne reçoit guère de pluie ; l'été est une réplique atténuée de l'hiver.

Le dessin de la côte va jouer un rôle important à deux niveaux. Au niveau régional, le Cotentin surtout, et le Pays de Caux forment deux obstacles aux masses d'air qui s'engouffrent dans la Manche. L'instabilité est favorisée. Par contre, dans la Baie du Mont-Saint-Michel ou dans la Baie de Seine, la diffluence des vents provoque le phénomène inverse.

A l'échelle locale, la côte canalise le vent, favorise les divergences et les convergences qui pourront avoir une influence légère sur la hauteur de la lame d'eau. Dans la Baie de Mont-Saint-Michel, la diffluence des vents aura une action négative (divergence) sur la côte de Granville à Carole, mais vers Beauvoir, une convergence de l'air

naît, avec le rapprochement des deux côtes. Les précipitations sont beaucoup plus importantes.

De même, les caps sont des endroits secs, tandis que les baies sont plus arrosées (convergence de l'air sans doute, action plus grande des forces de frottement).

Au terme de cette étude sur le climat côtier, il faut souligner le rôle déterminant du vent :

- 1°- comme reflet des échanges thermiques mer-terre,
- 2°- comme agent propagateur des influences maritimes,
- 3°- comme facteur déterminant de la pluviosité.

Les diverses nuances du climat côtier dépendront donc avant tout de son enprise sur la région : sa situation par rapport aux vents marins est déterminante. Ceci explique les deux parties de notre prochain chapitre :

- les climats des côtes exposées au vent,
 - les climats des côtes abritées.
-

C h a p i t r e XIII

LES DIVERS SECTEURS CÔTIERS DE NORMANDIE

Nous retiendrons la définition la plus étroite du climat côtier : uniquement la bande proche du rivage. Elle est limitée par le sommet du versant face à la mer, quand la côte est élevée comme dans le Cotentin. Ailleurs, elle s'arrête là où la déviation des arbres cesse d'être importante. La carte R p. 583 montre ces limites.

Nous distinguerons quatre parties :

- 1°- la côte très éventée de Barfleur à Granville,
- 2°- la côte éventée du Pays de Caux,
- 3°- la côte abritée, à nuance continentale de Barfleur à la Seine,
- 4°- la côte abritée, à nuance méridionale, au Sud de Granville.

I- LA CÔTE TRÈS ÉVENTÉE DE BARFLEUR À GRANVILLE *****

Le Cotentin représente une grande barrière qui s'avance au milieu de la Manche. Cette situation de presqu'île explique l'emprise implacable du vent, mais aussi

la douceur des températures en hiver : la manche est, ici, plus chaude de 2° environ que dans la région de Granville. La position occidentale est thermiquement avantageuse en hiver. En effet :

- l'air vient directement de l'Océan,
- l'air de Sud-Ouest traverse la mer et reste doux pour cette raison ;
- dans les situations de blocage, les influences océaniques pénètrent facilement sur le Nord-Ouest du Cotentin, beaucoup plus chaud (R p. 371).

Au printemps, au contraire, le réchauffement est lent ; les pommiers fleurissent tard, sauf dans les endroits protégés des vents du Nord (petits îlots à Flamanville et à Barneville). Par temps de Sud-Ouest excepté, le réchauffement survient à la fin mai, parfois plus tard. Les températures augmentent surtout en mai et juin :

| | | <u>moenne</u>
<u>1931-1960</u> | <u>moenne</u>
<u>1951-1970</u> |
|-----------------------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| La Hague | Mai | + 2°4 | + 2°6 |
| | Juin | + 2°6 | + 2°2 |
| Cherbourg-Chantereyne | | | |
| | Mai | + 2°6 | |
| | Juin | + 2°7 | |

La température de l'eau la plus basse (1951-1970) atteint :

11°4 au Point J en Février, 11°5 en Mars
12°3 au Point K en Mars, 12°4 en Février.

L'eau se réchauffe lentement :

| | <u>au Point J</u> | <u>au Point K</u> |
|---------|-------------------|-------------------|
| Mai | + 0°7 | + 1°1 |
| Juin | + 1°4 | + 2°1 |
| Juillet | + 1°5 | + 2° |

Pour cette raison, l'été ne commence qu'en Juillet ; Août est le mois le plus chaud, mais la moyenne des températures reste inférieure à 17°. Septembre garde un caractère estival.

Au Cap de La Hague, les températures pour la période 1951-1970 atteignent :

| | <u>Tx</u> | <u>Tn</u> |
|-----------|-----------|-----------|
| Juillet | 18°5 | 13°5 |
| Août | 18°9 | 14°2 |
| Septembre | 18° | 13°6 |

Au mois de Novembre, les températures baissent fortement :

| | | |
|-----------------------|---------------|---------------|
| Cap de La Hague | - 3°5 (51-70) | - 3°2 (31-70) |
| Cherbourg-Chantereyne | | - 3°2 |

La proximité de la mer explique la chaleur relative de l'automne par rapport au printemps.

La température moyenne est de :

| | <u>Printemps</u> | <u>Automne</u> |
|-----------------------|------------------|----------------|
| Cherbourg-Chantereyne | 9°8 | 12°8 |
| La Hague | 9°6 | 13°1 |

La Hague, davantage entourée par la mer que Chantereyne, est encore plus sensible à cette douceur de l'automne.

Le nombre de jours où les températures descendent au-dessous de 0° est très faible : 6 par an à Cherbourg

pour la période 31-60. Une température inférieure à -5° n'est pas relevée chaque année. Les jours de forte chaleur sont très rares. Les variations des températures restent limitées. L'écart-type des températures mensuelles pour la période 1931-1960 varie entre $0^{\circ}71$ pour le mois de Juillet et $1^{\circ}75$ pour le mois de Février. (Saint-Maur : 1°08 à 2°67) (Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands. T. I - Ressources d'eau et données hydrologiques, fascicule 3 : Données climatiques, p. 51).

Toutes ces données sont connues. Nous voudrions insister sur un point : notre description n'est valable que pour les stations situées au bord même de la mer, à moins de 10 mètres d'altitude, c'est-à-dire sur une très étroite bande côtière. Trop souvent, les relevés ont été généralisés pour l'ensemble du Cotentin.

Pendant les cinq années (1968-1972), Maupertus a noté en moyenne chaque année :

- 1 jour où la température a été inférieure à -5°
- 16,4 jours de gel
- 0,8 jour de gel continu
- 2,2 jours où la température est supérieure ou égale à 25° .

A Beaumont-Hague, pour la période 1964-1970, on compte 18 jours de gel par an.

Les influences marines sont déjà moins sensibles. Depuis l'ouverture de la station, en Mai 1963, jusqu'en 1970, le réchauffement est nettement plus important en Mai qu'en Juin : 3° en Mai, $2^{\circ}4$ en Juin.

Septembre devient moins chaud que Juillet :

| | Tn | Tx |
|-----------|------|------|
| Juillet | 11°9 | 17°4 |
| Août | 12°4 | 17°7 |
| Septembre | 11°7 | 16°5 |

Quelques kilomètres séparent les deux stations du Cap de La Hague et de Beaumont-Hague, la mer est seulement à 2,5 km à vol d'oiseau de cette dernière station.

Pour les précipitations, les différences sont, bien entendu, très importantes. L'augmentation des précipitations en fonction du relief est bien supérieure à toutes les estimations faites jusqu'à présent. L'atlas climatique le plus récent "Atlas : Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands" que l'Agence Financière Seine-Normandie a fait paraître en 1972 attribue au plus 900 mm de pluie pour Beaumont-Hague, Vauville et Gréville. La moyenne depuis l'ouverture de ces stations (Septembre 1965 pour les deux dernières) donne :

| | |
|----------------|-----------|
| Beaumont-Hague | 1058,5 mm |
| Vauville | 1032,3 mm |
| Gréville | 1091,4 mm |

Sur l'Atlas de Normandie, Beaumont-Hague est créditée de 850 mm environ et les deux autres stations de 900 mm.

Comme les années sont différentes, il n'est pas possible de faire une comparaison plus poussée. L'écart cependant est très grand. La sous-estimation de la pluviosité dans le Cotentin occidental est incontestable.

Pour les jours de brouillard, on retrouve la même différence entre le petit nombre de jours de brouillard dans les parties basses et le nombre élevé dès que l'altitude dépasse 100 m.

Chantereyne (1946-1965) : 25 jours de brouillard
Maupertus (1968-1972) : 88 jours
Beaumont-Hague (1963-1970) : 145 jours par an.

En 1970, à Beaumont-Hague, il y a eu 163 jours de brouillard, à Cherbourg 26.

Une étude, effectuée en 1970 au Centre Atomique de La Hague, portant sur 33 observations de brouillard à Beaumont-Hague, compare les nombres de jours de brouillard de Cherbourg à Beaumont-Hague :

2 jours à Cherbourg,
5 jours vers 60 mètres d'altitude environ,
15 jours à 100 mètres,
25 jours vers 160 mètres,
33 jours vers 180 mètres.

Les observations personnelles faites à Siouville aboutissent à des résultats analogues. Le nombre de jours de brouillard devient beaucoup plus important vers 80 m (Siouville) à 100 mètres (vers Cherbourg).

L'humidité est donc très forte sur toutes les hauteurs.

Rappelons les facteurs d'échelle synoptique régionale qui expliquent la forte pluviosité de cette région en dehors des éléments locaux proprement liés à la côte (déviation des vents, rôle de barrière du Cotentin, pourcentage important des vents marins) :

- les perturbations passant assez loin apportent de légères précipitations ;
- celles qui traversent l'Angleterre provoquent souvent des précipitations importantes ;
- celles qui circulent au-dessus de la Normandie sont, bien entendu, très pluvieuses ;
- les situations de blocage causent des pluies importantes.

Par contre, pendant la saison chaude, les marais barométriques correspondent à des périodes sèches. La stabilité de l'air marin est également défavorable aux précipitations pendant cette saison.

Ceci est valable pour l'ensemble du Cotentin mais, dans le détail, l'orientation différente des côtes explique les variations de la pluviosité.

Trois secteurs peuvent être individualisés :

- A- de La Hague à Carteret,
- B- la côte Nord,
- C- de Carteret à Granville.

A- DE LA HAGUE A CARTERET

C'est le secteur le plus maritime ; les températures y sont plus douces en hiver, plus fraîches en été ; les pluies, faibles à La Hague, station au niveau de la mer où les masses d'air n'ont pas encore eu le temps de s'élever, deviennent très abondantes sur la hauteur. On peut estimer que l'isohyète 1.000 mm correspond à peu près à l'isohypse 130 mètres. Ceci donne une carte des précipi-

tations dans le Nord-Ouest du Cotentin bien différente de toutes celles déjà publiées (Croquis R p. 584).

La station de Vauville, qui reçoit plus de 1.000 mm, est à cette altitude ; d'autre part, l'isohypse 130 m correspond à peu près au sommet des pentes qui entourent la presqu'île de La Hague. Par rapport à l'ensemble de la côte du Cotentin, l'air de Sud-Ouest provoque davantage de pluie dans cette région :

- air devenu marin,
- canalisation par la côte qui imprime à la masse d'air une forte déviation sur la gauche que l'on retrouve du reste dans le courant de marée,
- obstacle élevé par rapport aux trajectoires de Sud-Ouest.

Même la station du Sémaphore de La Hague est assez arrosée par air de Sud-Ouest qui traverse une légère frange terrestre et commence à être dévié avant d'arriver au Sémaphore.

Nous n'insisterons pas sur les autres raisons communes à tout le Cotentin.

Enfin, c'est le pays des vents. Les arbres ne peuvent pousser et l'on retrouve la lande si typique des finistères bretons. Dans les creux bien abrités, l'herbe rase ou les buissons rampants cèdent la place à des arbres. Le vent est si puissant que les plages fréquentées sont rares. Il est à peu près impossible de rester sur la plage de Siouville par vent d'Ouest ou d'Ouest-Sud-Ouest. Le vent joue un rôle répulsif déterminant.

B- LA CÔTE NORD

De Saint-Germain-des-Vaux à Barfleur, la côte Nord est presque aussi douce que la région précédente. L'écart ne porte que sur quelques dixièmes de degrés. Mais l'exposition n'est pas la même et les conséquences en sont plutôt bénéfiques :

- Le vent est moins violent, car la côte n'est pas perpendiculaire au flux le plus rapide. Pour trois années semblables (1968, 1969, 1970), la vitesse moyenne du vent a été de :

6 m/s à Maupertus,

7,3 m/s à Beaumont-Hague.

A un ou deux kilomètres du rivage, les arbres apparaissent avec une déviation 3. La côte est plus verdoyante que la précédente, sauf à proximité immédiate de la mer ou au Cap Lévi.

- Le contraste est moins grand entre les stations au niveau de la mer comme Chantereyne et les hauteurs. La pluviosité à Chantereyne atteignait, pour la période 31-60 (R p. 585), 931 mm, exactement le même chiffre qu'à Maupertus pour la période 1968-1972. Ces deux chiffres ne sont pas comparables.

Mais en 1958, au cours d'une période identique, il est tombé :

- 765 mm à Chantereyne en 142 jours, soit 5,4 mm par jour

- 723 mm à Maupertus en 155 jours, soit 4,7 mm par jour.

La quantité de précipitations est donc à peu-près semblable, mais le nombre de jours de précipitations est

supérieur à Maupertus ; l'altitude plus élevée renforce l'humidité relative. Il pleut plus fréquemment, mais ce sont alors des pluies de type crachin. Comment expliquer cette différence entre la région de La Hague, où les précipitations sur les hauteurs sont supérieures de 50 % à celles de la côte alors que Maupertus, malgré ses 135 mètres d'altitude, ne reçoit pas plus de précipitations que Chantereyne à 8 mètres ? Chantereyne est, au fond d'une baie ; les vents qui arrivent directement de la mer viennent du secteur NNW à ENE (directions peu favorables aux précipitations). Les autres masses d'air ont déjà traversé des terres ; les forces de frottement ont ralenti le flux avant d'arriver à Chantereyne ; les phénomènes d'ascendance jouent un rôle important. Ceci signifie que les caps sont beaucoup plus secs que les baies. Depuis quelques années, un pluviomètre a été installé à l'entrée du port de Cherbourg et l'éventail des vents marins est beaucoup plus large : WNW à E. Les masses d'air n'ont pas eu le temps de se soulever et la pluviosité est plus faible. Comparons, pour des durées identiques, les précipitations des stations suivantes :

- le sémaphore de La Hague,
- Beaumont-Hague,
- le sémaphore de Cherbourg,
- Maupertus,
- le sémaphore de Barfleur,
- Saint-Vaast - La Hougue.

Nous avons relevé dans le Résumé mensuel du temps de l'Ouest les précipitations. Pendant 11 mois, les hauteurs de pluie ont été notées pour l'ensemble de ces six sta-

tions (Mai 1972, Septembre 1972, de Décembre 1972 à Juin 1973, de Septembre à Novembre 1973). La moyenne mensuelle s'est établie ainsi :

| | |
|------------------------|-------|
| La Hague | 54 mm |
| Beaumont-Hague | 70 mm |
| Sémaphore de Cherbourg | 40 mm |
| Maupertus | 67 mm |
| Barfleur | 45 mm |
| Saint-Vaast | 68 mm |

Le sémaphore de Cherbourg est la station la moins arrosée : les vents de la mer ne sont pas encore soulevés ni déviés, les vents de terre descendant des hauteurs s'affaiblissent ; leur vitesse s'accélère et crée donc de la divergence horizontale.

Dans les parties basses de la côte, les caps sont beaucoup plus secs que les baies.

Ceci explique pourquoi, à quelques exceptions près (fort probablement le Cap Lévi), la côte Nord du Cotentin a une pluviosité plus égale d'un endroit à l'autre : les vents d'Ouest ou de Sud-Ouest agissent à peu près partout de la même façon. Les hauteurs sont trop proches de la côte pour que l'assèchement soit important en fonction de l'affaiblissement de l'air. Le phénomène survient sur la mer, dans la région de Cherbourg et dans la région de Barfleur, presque île très plate, assez large.

Les stations côtières ont une visibilité supérieure à celles de l'intérieur :

20 jours de brouillard pendant ces onze mois aux
sémaphores de La Hague et Cherbourg,
65 jours à Beaumont-Hague,
68 jours à Maupertus,
24 jours à Batfleur,
18 jours à Saint-Vaast.

L'insolation est plus faible, semble-t-il, à Cherbourg
qu'à La Hague. Nous ne possédons aucun chiffre pour des
époques identiques. J. Sanson, dans *Le Climat de Normandie*
(Deuxième partie), *Etudes normandes*, N° 33, 1954), donne :

1801 heures pour Chantereyne (1925-1939),
1952 heures pour La Hague.

Pour la période 1968-1971 :

| | |
|-----------|--------------|
| Maupertus | 1657 heures |
| Jersey | 1962 heures. |

A la Hague ou à Jersey, l'insolation est plus impor-
tante car les nuages n'ont pas toujours eu le temps de se
former par flux de Sud-Ouest ou d'Ouest.

Les autres caractères du climat sont analogues à ceux
que nous avons vus précédemment. L'orientation différente
de la côte la rend moins hostile à l'homme, car elle est
un peu moins éventée.

C- LA CÔTE DE CARTERET A GRANVILLE

Les stations manquent. Sa situation face à l'Ouest,
mais un peu plus au Sud que La Hague, lui confère quelques
éléments originaux :

1°- Elle est un peu plus froide, un peu moins

océanique. Pour la période 1891-1930, si l'on compare les chiffres de Port-Bail et du Cap de La Hague (Croquis R p.586), on remarque :

- La température moyenne est très légèrement inférieure :

11°4 à La Hague

11°2 à Port-Bail.

Les maxima sont semblables : 13°9.

Les minima sont plus faibles à Port-Bail :

8°9 à La Hague

8°5 à Port-Bail.

La répartition au cours de l'année est différente.

De Septembre à Mars, la température est plus forte à La Hague ; d'Avril à Août, les températures sont supérieures à Port-Bail. Les différences les plus importantes atteignent :

1°9 en Décembre (2°1 pour les minima)

1°4 en Juillet et Août (1°8 pour les maxima).

Une autre station a fonctionné quelques années :

Agon-Coutainville. Il est possible de comparer, pour la même période, les stations de La Hague, de la Pointe du Roc, toutes deux installées dans un site à proximité immédiate de la mer, sur des promontoires, et Agon-Coutainville légèrement à l'écart de la mer, moins soumise pour cette raison à l'influence maritime sur une côte Nord-Sud (Croquis R p. 586). La comparaison porte sur trois années, de Novembre 1966 à Octobre 1969. On retrouve les mêmes caractères qu'à Port-Bail, mais plus accusés ; la situation d'Agon ou de Granville est plus méridionale.

Les minima de température sont inférieurs à ceux de La Hague, de Septembre à Mai à Agon, de Septembre à Avril à Granville (la comparaison entre La Hague et la Pointe-du-Roc donne des résultats analogues pour la période 1951-1960). Le réchauffement est plus lent à Granville qu'à Agon qui n'est pas situé sur le bord même du rivage.

Les écarts les plus importants sont relevés en Décembre : 2°7 pour les minima entre La Hague et Agon, 1°8 entre La Hague et Granville en Janvier (pour la période 1951-1970, de Novembre à Janvier).

Cette partie Sud apparaît donc plus froide en hiver (plus éloignée des températures douces de la Manche, dans une situation moins maritime, recevant moins de vent marin). Le nombre de jours de gel est nettement plus élevé. Pour ces trois ans, la moyenne annuelle s'élève à :

| | | |
|----|-------|----------------------|
| 4 | jours | à La Hague, |
| 13 | " | à La Pointe-du-Roc, |
| 22 | " | à Agon-Coutainville. |

Pour la période 1925-1939, on a noté 7 jours de gel au Cap de La Hague, 22 à Port-Bail. Un nombre de jours de gel supérieur à 20 semble plus proche de la réalité que la représentation des "Jours de gel" de l'Atlas de Normandie, où la côte est teintée en bleu clair (moins de 20 jours). Cette erreur est compréhensible. Les stations les plus valables sont La Hague et La Pointe-du-Roc, mais toutes deux occupent des positions un peu exceptionnelles.

Les trois années étudiées ont des températures moyennes plus élevées que la normale, et les 22 jours de gel

notés à Agon-Coutainville sont de ce fait plutôt sous-estimés :

| | <u>Températures moyennes</u> | | | |
|---------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | <u>1966-69</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1930-1960</u> | <u>1891-1930</u> |
| La Hague Déc. | 8°1 | 8°1 | 7°9 | 7°8 |
| Janv. | 7°8 | 6°7 | 6°7 | 6°9 |
| Fév. | 6°4 | 6°3 | 6°3 | 6°7 |
| Hiver | 7°4 | 7° | 7° | 7°1 |

La limite des 20 jours de gel devrait atteindre la côte à partir de Barneville, à l'exclusion de tous les caps, promontoires avancés de la terre dans la mer, îles ... Le nombre de jours de brouillard est, du reste, légèrement plus élevé puisqu'il fait plus froid (0,6 à La Hague, 1,5 jours à Agon).

Les maxima de température sont plus élevés vers le Sud.

Les écarts les plus importants apparaissent en Juillet (influence de la mer à La Hague) :

3°2 à Agon-Coutainville

2°3 à Granville (2°1 en Juin pour la période 1951-1970).

En somme, les températures de cette côte restent douces, mais déjà avec des nuances moins océaniques.

2°- Cette partie de la côte est-elle plus ou moins arrosée que la région de La Hague ? Le nombre de stations est insuffisant pour donner une réponse valable. Les deux stations dont la situation est à peu près comparable, La Pointe-du-Roc et La Hague, ont une pluviosité assez faible en raison de leur site. La Pointe-du-Roc, à 37 m,

légèrement plus élevée, possède une position encore plus maritime que La Hague. Dans l'ensemble, la Pointe-du-Roc est plus sèche que La Hague :

| | <u>1966-1969</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1930-1960</u> |
|-------|------------------|------------------|------------------|
| Roc | 586 mm | 608 mm | 673 mm |
| Hague | 656 | 688 | 713 |

Granville est à la limite du fragment de côte que nous étudions.

La station est moins arrosée lorsque les perturbations "chaudes" traversent notre région. Elle est légèrement plus humide par cas de perturbations à trajectoire méridionale. Mais celles-ci sont les moins nombreuses. Le nombre de jours de précipitations atteint :

164 à La Hague de 1951 à 1970
167 à La Pointe-du-Roc.

Agon-Coutainville est plus arrosée : 755 mm (66-68). Mais le site est moins maritime, ce n'est pas un cap. Il est donc normal que les précipitations soient plus abondantes. La station de Montmartin-sur-Mer, située à 50 mètres d'altitude et à quelques kilomètres du rivage, recevait en moyenne plus de 100 mm par rapport à La Hague. Mais une station du Cap de La Hague, située à 58 mètres d'altitude pour la période 1891-1930 arrivait à peu près à un total équivalent : (Chiffres de J. Sanson)

| | |
|--|---------------------------|
| La Hague | 777 mm |
| Auderville, à 58 m au-dessus de La Hague | : 860 mm |
| Port-Bail 34 m | 901 mm |
| Montmartin à 50 m | 882 mm |
| Coutances 70 m | 1054 mm (Cette station se |

situé à peu près au maximum de pluviosité, c'est-à-dire à 11 km de la côte).

Gavray 30 m à 16 km de la côte : 1071 mm.

Ces deux dernières stations ont des hauteurs de pluie équivalentes à celles relevées sur les hauteurs de La Hague.

Tout le long de cette côte, une bande de fortes pluies existe entre 10 et 17 km environ, bien marquée dans l'Atlas du Bassin Seine-Normandie (moins bien dans les autres atlas climatiques), mais nous pensons qu'elle doit correspondre à des précipitations supérieures à 900 mm et souvent même 1.000 mm.

Pour la période 1966-1969, La Feuillie a reçu 906 mm (38 % de plus qu'à La Hague), alors que dans toutes les cartes climatiques on leur attribue moins de 900 mm. Or nos trois années sont sèches. Si l'on fait la moyenne des précipitations de l'ouverture de la station, c'est-à-dire en Janvier 1965 jusqu'en Décembre 1971 (il existe une lacune en 1972), les précipitations moyennes atteignent 969 mm. La Feuillie n'est qu'à 48 mètres. Il n'existe pas de collines importantes à proximité et c'est vraisemblablement la partie la plus sèche de notre bande côtière la plus arrosée. En résumé :

1°- la côte entre Carteret et Granville paraît presque aussi arrosée que la côte occidentale, légèrement moins humide que la côte Nord (car elle reçoit de front les masses d'air venant d'Ouest ou de Sud-Ouest) ;

2°- la bande côtière pluvieuse n'a pas été mise en valeur dans la plupart des cartes des précipitations de

Normandie et les précipitations doivent être supérieures de 50 à 10 mm par an aux quantités généralement représentées.

Cette partie de la côte est déjà un peu moins éventée : les landes subsistent sur les hauteurs comme le Mont Dovillé, mais les arbres sont déjà moins déformés et poussent plus près du rivage. La côte reste peu accueillante, sauf là où elle est protégée des vents marins les plus froids comme à Carteret.

II- LA CÔTE ÉVENTÉE DU PAYS DE CAUX *****

Les différences d'une station à l'autre sont beaucoup plus faibles :

- les sites sont semblables : une falaise, dominant de façon abrupte la mer, limite un plateau uniforme.

- L'orientation de la côte est parallèle à l'axe de la Manche, sauf entre le Cap d'Antifer et La Hève.

Les différences de température sont faibles. Voici les valeurs de deux séries récentes :

| | <u>1931-1960</u> | <u>1961-1970</u> |
|-----------------|------------------|------------------|
| La Hève (101 m) | 10°7 | 10°4 |
| Fécamp (104) | 10°2 | 10°1 |
| Dieppe (33) | 10°1 | 10°1 |

On note donc un très léger refroidissement des températures de La Hève à Dieppe.

La diminution des minima de températures est supérieure à 1° en été (vraisemblablement 1°5 ou 1°6 à altitude égale).

Au Tréport, l'écart est encore plus grand.

Pour les trois années 1970-1972, la moyenne annuelle des minima atteint :

7°7 à La Hève
7°8 à Fécamp
7°2 à Dieppe
6°9 au Tréport.

Les caractères maritimes s'atténuent progressivement de Fécamp au Tréport. La Manche devient plus étroite, les influences océaniques plus rares.

Si l'on compare les maxima de températures à Fécamp et à Dieppe pour la période 61-70, ce caractère apparaît nettement :

- Les moyennes annuelles des maxima, compte tenu de la différence d'altitude, sont identiques :

12°5 à Fécamp
12°9 à Dieppe.

- De Novembre à Janvier, les températures sont plus douces à Fécamp.

- D'Avril à Septembre, il fait plus chaud à Dieppe.

Nous n'avons pas comparé ces chiffres à ceux de La Hève ; cette station, dès le mois de Mars, se réchauffe plus rapidement. Les pommiers, par exemple, que l'on trouve près de Montivilliers, dans une vallée parallèle à la côte, sont peut-être les plus précoces de toute la Normandie. La vallée de la Seine canalise la chaleur. Les maxima de

température sont toujours plus élevés que ceux des autres régions côtières : au mois de Juillet, pour la période 1961-1970, la moyenne mensuelle de La Hève est supérieure de 2°5 à celle de Fécamp à altitude semblable :

19°5 à Fécamp

22° à La Hève.

Les températures les plus élevées apparaissent dans l'ensemble en Juillet à La Hève, en Août à Fécamp.

Les minima étant supérieurs au mois d'Août, la température moyenne du mois est légèrement plus élevée que celle de Juillet.

Température moyenne à La Hève

| | <u>1961-1970</u> | <u>1930-1960</u> |
|---------|------------------|------------------|
| Juillet | 16°6 | 17° |
| Août | 16°7 | 17°3 |

De toute façon, à l'exception de La Hève (plus chaude en été en raison de sa situation à l'embouchure de la vallée de la Seine), cette côte est nettement plus fraîche que la côte du Cotentin : 1° ou en, en moins.

La diminution de l'influence océanique se manifeste surtout par l'augmentation du nombre de jours de gel :

31 à La Hève (période 61-70)

33 à Fécamp

39 à Dieppe.

On peut comparer avec Laupertus dont la situation est à peu près équivalente en altitude, mais légèrement en retrait par rapport au niveau de la mer. La comparaison porte sur cinq ans : 1966 à 1972.

| | |
|-------------------|--|
| Maupertus (135 m) | 16 jours de gel, 1 jour de gel continu |
| La Hève (101 m) | 26 4 |

L'insolation diminue de La Hève vers Dieppe.

Pour les années 1968-1972, l'insolation atteint :

| |
|--------------------------------|
| 1633 heures par an à Maupertus |
| 1782 " à La Hève |
| 1610 " à Dieppe. |

En été, la nébulosité est moindre sur la mer ; les nuages apparaissent à quelque distance de la côte. La Manche devenant plus étroite vers le Nord-Est, les couvertures nuageuses établies sur la France et l'Angleterre tendent à se rejoindre comme le montre la photo aérienne (R p. 588) du 3 Septembre 1971. La Hève, largement exposée aux vents marins, subit une nébulosité plus faible que Dieppe, davantage intégrée au continent, ou que Maupertus, station abritée des vents d'Ouest ou de Sud-Ouest.

Le nombre de jours de brouillard reste médiocre.

La Hève, très éventée, compte moins de jours de brouillard que Maupertus :

| |
|-------------------------------------|
| 84 jours à Maupertus de 1968 à 1972 |
| 57 " à La Hève. |

Pour la côte du Pays de Caux, la fréquence des brouillards dépend davantage de l'altitude que de la situation :

| |
|---|
| 46 jours de brouillard à La Hève de 1961 à 1970 |
| 50 " " à Fécamp |
| 37 " " à Dieppe (station plus basse). |

La répartition des précipitations au cours de l'année reflète aussi l'affaiblissement des influences océaniques vers le Nord-Est.

A l'exception de l'hiver, les précipitations augmentent légèrement vers le Nord-Est. Les différences les plus marquées existent en été (Voir tableau R p. 589).

Pour la période 1951-1960, le total des précipitations varie de 131 mm en été à La Hève à 168 mm au Tréport.

Le rapport été / hiver marque bien cette atténuation du caractère océanique des précipitations :

| | |
|--------------|------|
| La Hève | 0,66 |
| Cotentin | 0,88 |
| Fécamp | 0,89 |
| Saint-Valéry | 0,89 |
| Dieppe | 1 |
| Le Tréport | 1,45 |

La répartition des précipitations augmente aussi vers le Nord-Est en liaison avec l'accroissement des pluies de saison chaude (mars à Septembre).

La stabilité des masses d'air liée aux eaux relativement froides de la Manche pendant la saison chaude diminue vers le Nord-Est de la Manche de Tréport.

Aucune carte ne souligne la bande pluvieuse parallèle à la côte. La bande pluvieuse (900 mm et plus) part de Goderville vers Suchy (station beaucoup plus élevée). Pourtant dans la Carte N° 2 préparatoire à l'Atlas du Bassin de la Seine et des Cours d'eau normands, une station près de la vallée de la Scie n'a que 835 mm. Elle a été

englobée dans la bande des 900 mm. Il s'agit fort probablement d'une petite région moins arrosée entre la bande à 15 km environ et la région plus élevée de Buchy.

Dans la carte de la Hauteur moyenne annuelle des précipitations (période 1961-1970), p. 32 du Bulletin Climatologique de Haute Normandie (N° 37, Janvier 1971), une bande de précipitations inférieure à 900 mm a été tracée entre Auzebosc et Buchy (stations de Goupillières et d'Auffay).

Avec la mise en service de nouvelles stations (Auppegard et Saint-Martin-le-Gaillard), la présence de la bande pluvieuse à une quinzaine de kilomètres de la côte apparaît nettement (Carte R p. 590). La différence avec la représentation traditionnelle est importante.

Bien entendu, cette bande pluvieuse parallèle à la côte est moins arrosée au Nord qu'au Sud du Pays de Caux. Ceci s'explique aisément en regardant le tracé de la côte. Goderville ou Bolbec reçoivent de l'air maritime venant de trois directions différentes. Au Nord, un seul rivage, parallèle à une des directions les plus pluvieuses, le Sud-Ouest.

Cette côte paraît plus froide que la précédente, mais c'est en grande partie parce que les altitudes sont supérieures à 100 mètres. La différence n'est certainement pas très grande. Nous n'en citerons qu'un exemple. Dans la vallée de Moustier, à Varengeville, près de Dieppe, site particulièrement bien protégé des vents marins, le

bois des boutiers, créé en 1888, abrite des espèces très délicates comme les camélias, les magnolias, des azalées, des rhododendrons. La luxuriance de la végétation contraste sérieusement avec les hauteurs dénudées du Caux où des brise-vent continuent toujours à être créés lorsque l'on plante des arbres fruitiers. Le printemps est plus clément. L'influence océanique se dégrade lentement.

III- L'ÉTÉ 1947. Les pluies sont abondantes, surtout en juillet et août. Les températures sont élevées, surtout pendant la nuit. Les vents sont faibles, surtout pendant la nuit. Les températures sont élevées, surtout pendant la nuit.

A l'exception de quelques secteurs de la côte, le vent est beaucoup moins gênant. Il reste cependant assez fort sur une bande étroite autour de Barfleur ; la région de Berville - Franqueville peut être également très ventée lorsque le vent vient du secteur est. Partout ailleurs, le vent est faible et le soleil est abondant. Des stations météorologiques s'installent le long de la côte. Il n'existe plus aucune station en bordure de mer sur la côte de la région de Barfleur. La station la plus proche est celle de Beauville - Saint-Gatien, à 14 km de la côte. Pour la période 1941-1950, les relevés de Villerville relevaient les températures. On peut comparer pour cette période les trois stations (mais des lacunes existent). Pour la période 1941-1950, on peut noter Le Havre, Trouville, Sainte-Marie-du-Mont. La comparaison de tous ces chiffres permet de tirer les conclusions suivantes :

* Refroidissement et "continentalisation" des températures de Barfleur à Honfleur :

Variations de la température moyenne annuelle

1931-1960

| | | |
|------------------------|-------|------|
| Barfleur | 4 m | 11°2 |
| Longues | 66 m | 10°3 |
| Villerville | 113 m | 10°6 |
| La Hève | 101 m | 10°1 |
| Deauville-Saint-Gatien | 144 m | 10°1 |

Période 1891-1930

| | | |
|----------------------|------|------|
| Cherbourg | 8 m | 11°3 |
| Sainte-Marie-du-Mont | 35 m | 10°8 |
| Trouville | 4 m | 10°7 |
| Le Havre | 17 m | 11°4 |

Les régions les plus océaniques ont des mois d'Octobre et de Janvier plus doux, des mois d'Avril et de Juillet plus frais (influence de la mer) (R p. 591).

Variations des températures moyennes mensuelles

Octobre Janvier Avril Juillet

Période 1931-1960

| | | | | |
|---------------------|------|-----|-----|------|
| Barfleur | 13° | 6°3 | 9°3 | 16°6 |
| Longues | 11°7 | 4°6 | 8°9 | 16°2 |
| Villerville | 11°7 | 4°1 | 9°3 | 17°2 |
| La Hève | 12°1 | 4°5 | 9°2 | 17° |
| Deauville-St-Gatien | 11°1 | 3°9 | 9° | 16°4 |

Période 1891-1930

| | | | | |
|----------------------|------|-----|------|------|
| Cherbourg | 12°6 | 6°4 | 9°3 | 16°8 |
| Sainte-Marie-du-Mont | 11°8 | 5°3 | 9°2 | 17° |
| Trouville | 11°3 | 4°9 | 8°4 | 17°3 |
| Le Havre | 12°3 | 4°9 | 10°3 | 18°2 |

L'embouchure de la Seine est plus chaude grâce aux températures d'été plus élevées. Il semble que la partie Sud soit légèrement plus continentale : température plus inférieure en hiver, légèrement plus élevée en été. Mais Deauville-Saint-Gatien, déjà à l'écart de la côte, est plus froide, même en été (minima plus bas). Environ 1°2 d'écart si l'on tient compte du relief. Par contre, Deauville - Saint-Gatien aurait des maxima à peine supérieurs à ceux de La Hève.

Les températures diminuent en hiver, augmentent en été de Barfleur vers le Sud du Cotentin (L'influence maritime disparaît progressivement). La région de Sainte-Marie-du-Mont devrait être, malgré tout, légèrement plus chaude que Longues car la masse continentale est moins importante (N'oublions pas que les vents marins abondant la côte Ouest du Cotentin se font sentir à peu près jusqu'à la côte Est).

Que penser de la variation possible de la température entre Deauville et Grandcamp ? Longues est légèrement plus chaud en hiver et au printemps que Villerville : quelques dixièmes de degrés. On peut se demander si la température augmente très lentement de Deauville à Grandcamp, ou si une partie légèrement plus chaude n'existe pas d'Ouistreham à Longues, côte plus largement ouverte aux vents marins. A partir de Longues, un très léger refroidissement pourrait se faire sentir jusqu'à Grandcamp. Comme il serait utile de voir installer de petites stations dans les principales villes côtières ! En fait, la région de Deauville, abritée

des vents de Nord-Est par le Pays de Caux, paraît même en hiver plus chaude. Les quais de La Touques, à Trouville, représentent certainement une des promenades les plus attrayantes, un peu semblable à la promenade du Clair de Lune à Dinard. L'absence de vents violents compense très largement les quelques dixièmes de degré qui manquent à Deauville par rapport à Merville-Franceville qui reçoit les vents de Nord-Est (canalisés par le Pays de Caux), très violents. On peut se demander si le maintien du succès, même en hiver, d'une station comme Deauville, n'est pas dû à sa position abritée des vents de Nord-Est qui sont souvent synonymes de beau temps dans la région. Houlgate et Cabourg sont déjà moins bien abrités. Le nombre de jours de gel est supérieur partout à 30 jours par an (45 à Deauville-Saint-Gatien 51-70).

En été, la partie orientale de la côte est plus chaude pour les mêmes raisons et bénéficie toujours de sa position abritée.

Il est difficile d'apprécier l'insolation. Nous pensons qu'elle est légèrement supérieure à celle de Carpiquet (1837 heures pour la période 1956-1970). Il n'y a pas de brume par cas de brise de mer. Les brouillards en hiver sont moins nombreux qu'à Caen. Les photos de satellite que nous avons consultées laissent supposer que l'insolation augmenterait de l'Ouest (nuages liés au Cotentin) vers l'Est.

L'étude des précipitations n'est guère plus facile. La comparaison des cartes des précipitations de l'Atlas de Normandie et de l'Atlas des Bassins de la Seine et des

cours d'eau normands montre bien cette méconnaissance de la pluviosité de la région due à la rareté des stations. Voici un exemple. La côte Est du Cotentin est beaucoup plus arrosée dans l'Atlas de Normandie que dans l'Atlas des Bassins de la Seine et des cours d'eau normands : 150 mm environ dans la région de Quidville ! Nous pourrions multiplier les exemples. Nous ne pensons pas qu'il soit possible de dresser actuellement une carte de la pluviosité de la région. Il faut multiplier les stations sur la côte, à une dizaine de kilomètres de la côte, à une trentaine de kilomètres de la mer, au-delà de la bande pluvieuse.

Essayons, avec les chiffres dont nous disposons, d'arriver à une meilleure compréhension de cette pluviosité. Suivons la côte pas à pas.

La Hague : 1916-1917 : 206 mm
1921-1922 : 202 mm

Le pluviomètre est situé près du phare et reçoit des vents marins de la plupart des directions. Les vents de Sud-Ouest s'affaiblissent (onénoème de foehn). La station n'est qu'à 4 mètres d'altitude ; tous les éléments sont réunis pour expliquer la faible pluviosité de la station. Mais l'isohyète 600 mm doit passer très près de la station.

Coefficient des pluies d'été par rapport aux pluies d'hiver : 0,53 (1951-1971)

La Hague 0,55.

L'influence océanique est très forte.

Bien qu'exposée au Nord-Est, la région entre Barfleur et Saint-Vaast est douce et abritée. La végétation y est plus riante. Les mimosas en fleur, la précocité (relative) du printemps, surtout au pied des hauteurs de la Pernelle, rappellent les endroits les plus privilégiés de la côte occidentale. L'air d'Ouest ou de Sud-Ouest s'y affaisse, y est plus sec, plus favorable à la végétation.

A l'extrémité Sud de cette presque île favorisée, Saint-Vaast paraît être beaucoup plus arrosée :

1951-1970 : 1036 mm.

Sa pluviosité est estimée à moins de 650 mm dans l'Atlas des Bassins de la Seine et des cours d'eau normands, et à moins de 800 mm dans l'Atlas de Normandie. Les raisons suivantes expliquent, à notre avis, ces fortes précipitations :

1°- la forme générale de la côte provoque une déviation vers la gauche des masses d'air d'Ouest ou de Sud-Ouest et favorise ainsi les phénomènes d'ascendance ;

2°- par air de Nord-Ouest, Saint-Vaast, située à une quinzaine de kilomètres de la côte Nord, est intégrée à la bande pluvieuse.

Il faudrait bien une douzaine de pluviomètres pour étudier la répartition exacte des précipitations entre Saint-Vaast et Barfleur. Les pluies d'été, comme partout sur la côte Nord du Cotentin, y sont faibles :

$$E/H = 0,52.$$

Pendant la période 1891-1930, Saint-Vaast a reçu 852 mm, mais la station se trouvait à 1 mètre, vraisemblablement

blement au bord de la mer. Ceci pourrait expliquer la différence entre les deux chiffres. Ce n'est qu'une hypothèse.

Aucune autre station côtière n'existe.

Sainte-Marie-du-Mont, à 35 mètres d'altitude, à quelque quatre kilomètres de la mer, recevait en moyenne 882 mm (1891-1930). Mais sur cette côte, tous les vents générateurs de pluie viennent de la terre. La pluviosité varie entre 750 et 900 mm à notre avis.

Brévands, à un ou deux kilomètres de la mer, a reçu, en moyenne, 838 mm, pour la même période. On peut estimer la hauteur des pluies dans la région des Veys à 800 mm environ.

La bande pluvieuse n'existe pas ou à peine sur cette côte ; les vents marins viennent du secteur Nord à Est et ne s'accompagnent guère de pluie. Toute cette côte paraît intégrée à la pluviosité de l'ensemble du département de la Manche et la déviation des arbres d'Ouest ou Sud-Ouest s'arrête très près du rivage oriental. La diminution des pluies par phénomène de foehn apparaît plus au Nord à partir de Ravenoville, peut-être, mais vers le Sud, l'arrière-pays est assez peu élevé : la vallée de la Douve. Une masse d'air de Sud-Ouest, qui arrive à Carentan, recevra en abordant la côte une déviation favorable aux pluies côté Cotentin (ce qui expliquerait les précipitations supérieures à 800 mm) et défavorable côté Calvados (la hauteur de la lame d'eau est plus basse à Englesqueville dont la

situation est à peu près analogue à Brévands). Isigny serait moins arrosée pour la même raison (747 mm pour la période 1891-1930).

Malheureusement, nous ne pouvons pas démontrer cette hypothèse. Les périodes ne sont pas comparables :

Longues, pour la période 1891-1930, a reçu 756 mm (126 mm de moins que Sainte-Marie-du-Mont), et pour la période 1951-1969, 775 mm. Englesqueville, pour la période 1961-1970, a reçu 776 mm.

En résumé, la côte Est du Cotentin, à l'exception de l'extrême Nord, doit être légèrement plus arrosée que la côte du Calvados. Elle bénéficie de l'obstacle créé par le Cotentin. Nous émettrons l'hypothèse suivante :

La côte de Brévands à Utah Beach reçoit autour de 800 mm, puis la pluviosité devrait s'abaisser légèrement vers le Nord pour rester supérieure à 700, peut-être même 750 mm. A partir de Quettehou, la pluviosité doit augmenter en liaison avec le dessin de la côte pour diminuer brutalement vers Barfleur (position de presqu'île).

Les cartes R p. 575 à 580 montrent que la région fortement pluvieuse du département de la Manche peut se continuer tout en s'atténuant progressivement, jusqu'à Bayeux. Par rapport aux vents d'Ouest ou de Sud-Ouest, les masses d'air ont tendance à s'affaiblir sur la côte et donc à s'assécher (phénomène de foehn). Tout ceci expliquerait la diminution des pluies vers l'Est jusqu'au Pays d'Auge dont les hauteurs favorisent à nouveau l'ascendance des masses d'air venant

d'Ouest ou de Sud-Ouest.

Les vents de Nord-Ouest et de Sud-Ouest, générateurs de pluie, donnent naissance à la bande pluvieuse parallèle à la côte.

Pour la période 1951-1970, nous disposons de quelques stations :

| | |
|---------|--------|
| Longues | 775 mm |
| Douvres | 705 mm |

Cette dernière station se trouve à 4 km de la mer. Elle est donc un peu plus humide. Les précipitations sur la côte entre Bernières et l'Orne seraient inférieures à 700 mm.

Pour la période 1891-1930, Ouistreham avait totalisé 660 mm. Par contre, Ver-sur-Mer avait été créditée de 641 mm, d'où la tache bleu clair sur l'Atlas de Normandie. De toute façon, la station est à 29 mètres d'altitude.

La région de Bayeux est plus humide : 858 mm (période 1951-1970). La ligne des 800 m doit passer à 3 ou 4 kilomètres de la côte environ si l'on compare les précipitations de Longues et de Bayeux.

En résumé, sur la côte, nous estimons que la pluviosité varie entre 700 et 800 mm jusqu'à Courseulles, puis jusqu'à Houlgate moins de 700 mm, et au-delà de Villerville plus de 700 mm.

La dorsale pluvieuse est assez difficile à définir en raison du manque de postes. Elle doit correspondre à peu près à un axe Lisieux-Caen-Bayeux-Brémoy. Vers l'Ouest,

elle atteint les premières pentes du bocage. Au niveau de la Plaine de Caen et de la vallée de la Dives, elle est très peu marquée (côte basse). Mais nous pensons qu'elle se situe entre Caen et Douvres, peut-être vers Mathieu où plusieurs fois nous avons constaté l'existence de brouillard qui n'existait pas sur la côte.

Dans le Pays d'Auge, la côte est plus élevée et la dorsale doit être légèrement plus loin à l'intérieur. Dozulé, par exemple, est plus sec que Lisieux.

Nous regrettons beaucoup de ne pas apporter davantage de précisions. Mais, pour la période 1967-1973, deux seules stations n'ont eu aucune lacune : Carpiquet et Saint-Gatien !

Cette côte du Calvados est la plus mal connue. Il faudrait établir une vingtaine de postes météorologiques qui fonctionneraient cinq ans au moins.

IV- LA CÔTE ABRITÉE AU SUD DE GRANVILLE *****

A partir de Jullouville, une promenade au printemps permet de constater l'originalité de cette côte : les arbres commencent à bourgeonner, les feuilles font de timides apparitions ; certaines années même, les fleurs de pommier s'ouvrent alors que partout ailleurs, dans le département de la Manche, la végétation a gardé son aspect hivernal. Et l'été, c'est un des rares lieux où des gens frileux peuvent se baigner sans redouter d'avoir froid :

la température de la mer atteint parfois 24°. Les arbres à Carolles ou à Saint-Jean-le-Thomas arrivent jusqu'à la plage. De Granville au Mont-Saint-Michel, les conditions climatiques sont certainement les plus favorables de toute la côte normande.

Certes, les températures hivernales ne sont pas aussi douces. Nous ne possédons pas d'autre station que La Pointe-du-Roc (R p. 587). Les minima de température sont plus bas qu'à La Hague de Septembre à Avril car la mer y est plus froide, la proportion des vents marins beaucoup plus faible. Dès Mars, par contre, les maxima de température sont supérieurs à ceux de La Hague (l'écart le plus grand existe en Juin : 2°1 pour la période 1951-1960). En Juillet et Août, les maxima dépassent 20°. En été, la température moyenne est supérieure à celle de La Hève ou au moins égale (différence d'altitude) : 0°4 d'écart.

Au Sud de Granville, il est possible que les minima soient légèrement inférieurs en hiver, mais le réchauffement printanier est encore plus précoce.

Deuxième élément favorable : les vents beaucoup plus faibles. La région est abritée des vents d'Ouest par la Bretagne ; seuls, les vents de Nord-Ouest arrivent sans avoir rencontré d'obstacle ; mais la côte devient de plus en plus parallèle à cette direction. L'étroite frange côtière Ouest-Est reçoit, seule, plus de vent. D'autre part, au Sud de Jullouville, le relief s'oriente Nord-Sud et les vents froids du Nord ou du Nord-Est n'arrivent guère dans cette région.

Troisième élément favorable : la plus forte insolation. La Pointe-du-Roc ne relève pas l'insolation ; nous ne pouvons apporter aucune preuve à cette affirmation. A maintes reprises, nous avons pu constater du soleil au Sud de Granville alors que le ciel était couvert à Cherbourg. D'autre part, après avoir regardé des photos aériennes, nous constatons l'existence d'une bande sans nuage s'enfonçant en coin dans cette région : exemple la photo de satellite du 8 Juin 1972 (R p. 592).

Les précipitations augmentent vers le Sud (convergence due à la forme de la côte). Pendant quelques années, un pluviomètre a fonctionné à Val-Saint-Pair, l'aérodrome d'Avranches. La station se trouvait à 3 mètres d'altitude. Elle est beaucoup plus arrosée que La Pointe-du-Roc. Une moyenne portant sur quatre ans montre bien la différence entre les deux stations :

| | | |
|----------------|---|--|
| Val-Saint-Pair | : | 772 mm (1955-1958) |
| Pointe-du-Roc | : | 646 mm (moyenne 51-70 608 mm ;
moyenne 31-60 673 mm). |

Pour la période 1891-1930, une station située dans la ville d'Avranches à 107 m d'altitude recevait 944 mm.

De l'autre côté de la baie, Beauvoir est encore plus arrosée : 1008 mm pour la période 1951-1970 (convergence des masses d'air favorisée par le tracé de la côte). Cette forte pluviosité est locale. L'intérieur paraît moins arrosé (par exemple pour la période 1891-1930, Pontorson n'a que 724 mm de pluie).

L'importance des micro-climats côtiers est telle qu'il est souvent difficile de comprendre la répartition des pluies. Aucune carte n'attribue 1000 mm à Deauvoir. La station est représentée dans une bande inférieure à 800 mm dans l'Atlas de Normandie et celui des Bassins de la Seine et des cours d'eau normands. Dans l'Atlas climatique de France, l'isohyète 800 passe à proximité.

Les deux stations ont un régime des pluies moins océanique que La Hague ; le rapport précipitations d'été / précipitations d'hiver atteint :

0,72 à La Pointe-du-Roc,

0,77 à Deauville (période 1951-1970).

En été, les jours de précipitations sont à peu près équivalents à ceux de La Hague : en moyenne un jour de plus par mois (12 jours), mais la faiblesse du vent rend le séjour beaucoup plus agréable.

*

* *

CONCLUSION

Les climats côtiers de Normandie sont assez variés et cette extrême variété rend difficile une étude satisfaisante de la côte puisqu'il n'existe pas assez de postes météo.

La température et surtout la pluviosité dépendent en grande partie des vents, de leur direction, de leur

déviatiôn en fonction de la saison, de l'influence du tracé de la côte.

La bande pluvieuse côtière n'a guère été misc en valeur jusqu'à présent. Il nous est impossible d'affirmer partout son existence, en particulier sur la côte Est du Cotentin, dans la plaine de Caen ou dans la vallée de la Dive.

Une localisation idéale de stations météorologiques devrait tenir compte du tracé de la côte. A chaque changement de direction, des postes devraient être installés :

- au bord de la mer même,
- à quelques centaines de mètres du rivage. Il est fort possible que des différences importantes apparaissent.
- à une quinzaine de kilomètres pour déterminer la bande la plus arrosée ;
- à une vingtaine ou une trentaine de kilomètres, à titre de comparaison.

Ces postes devraient être équipés d'anémomètres, de thermomètres, de pluviomètres ; pour les stations ôtières, d'appareils à mesurer la charge électrique de l'air et l'ionisation (ionomètres), la nature du rayonnement solaire. Ces derniers appareils destinés surtout à déterminer les endroits les plus favorables aux divers besoins des hommes. L'importance des ions négatifs, la densité des ultraviolots stimulent les individus. Mais aucune étude de ce genre n'est effectuée sur nos côtes.

Les indices touristiques habituellement utilisés n'ont aucun sens en Normandie : on ne tient pas compte du vent ;

or, c'est l'élément déterminant dans nos climats. L'indice Clausse-Guérout s'établit ainsi :

$$I = \frac{S + T - 50}{5}, \text{ avec :}$$

S = Durée de l'insolation (exprimée en heures)

T = Température moyenne exprimée en dixième de degré C

D = Durée des précipitations de jours exprimée en heures.

Si l'on calcule cet indice pour le très beau mois d'Août 1973, on obtient : 100 pour Nice,
50 pour Maupertus.

L. BURNET, dans Villégiature et Tourisme sur les côtes de France (1969), a défini un indice climatique balnéaire : le quotient du nombre de jours de pluie rapporté à l'année par la température. L'indice est d'autant plus faible que les conditions climatiques sont meilleures. L'indice atteindrait 9 à Cherbourg pour l'été, 8,4 à Villerville, 2 à Nice.

On arrive en Normandie à des résultats étonnants. L'indice pour l'année, d'après L. BURNET, est de 15,2 à Villerville. Avec cette méthode de calcul, le plus favorable de Normandie serait celui du phare de Barfleur 13 (assez proche de Saint-Jean-de-Luz). Or, personne ne pourrait supporter le vent, même en été, à l'emplacement de la station météorologique du Phare de Gatteville. Un certain mois de Juillet 1971, les touristes ne stationnaient guère sur les quais du port de Barfleur, pourtant bien abrités, comparés à la région du Phare de Gatteville. En Normandie, les endroits les plus éventés sont, dans l'ensemble, les

plus secs, mais également les plus défavorables. Les indices touristiques donneraient des résultats contraires au but proposé.

Les indices d'ensoleillement, de rareté des précipitations définis par R. HEURTIER dans la Météorologie de Janvier-Mars et Octobre-Décembre 1968, accorderaient aussi la priorité à des régions très éventées.

Les indices sommairement définis peuvent être des éléments dangereux. Les dépliants touristiques insistent trop souvent sur l'insolation, la chaleur. Mais un séjour d'un mois en pleine canicule sur certain fragment de côte méditerranéenne sera très néfaste aux malades du foie et du métabolisme. Il serait souhaitable de voir définir, pour chaque type de comportement biologique, un indice qui correspondrait aux besoins réels d'un individu. Il semble que l'indice suivant corresponde bien à ces exigences : l'indice d'agressivité proposé par J. RIVOLIER, R. CAMPOS, P. LEMÉE et R. WOLFROMM (Presse Thermale et Climatique, N° 3, 3ème trimestre 1967), lié à la pathologie chronique respiratoire.

L'indice biométéorologique agressif (I.B.A.) est égal à :

$$I.B.A. = KI + T + V + K2 + K3 - 21$$

K1 = humidité relative au-dessus de 50 + hauteur de pluie en mm + durée en heure, le tout sur 5

T = nombre de degrés c. au-dessous de 12° ou au-dessus de 25°

V = vitesse moyenne du vent en m/s

K2 = coefficient fixe coté 5 pour chaque variation brusque de pression

K3 = coefficient fixe coté 5 pour tout phénomène particulier par exemple brouillard, orage, tempête

I = durée d'insolation en heures.

L'indice est journalier. Plus il est élevé, plus le temps est agressif (valeurs positives). Les valeurs négatives représentent un temps favorable.

Cet indice nous semble le plus proche des impressions ressenties par un touriste. Par une belle journée d'été, le coefficient d'une station normande comme Jullouville ou Deauville est négatif et le temps apparaît agréable. A Beaumont-Hague, par exemple, l'humidité relative, même en été, est très proche de 90 à 100 % : 91 %, et pour K1 on arrive très vite à 5. La vitesse moyenne du vent est de 5,8 m/s. L'insolation ne doit guère dépasser 6 heures.

Les jours de brouillard, de tempête ou de variations brutales de pression ne sont pas exceptionnels. Le nombre de jours où l'indice est positif est donc assez élevé, même en été.

Reprenons l'indice d'agressivité pour Août 1973 et utilisons l'indice I.B.A. hebdomadaire qui s'exprime ainsi :

$$\frac{7H - 350 + h + d + 35I + 35V + 5K2 + 5K3 - 101}{35}$$

H = humidité relative moyenne hebdomadaire

h = hauteur de pluie totale hebdomadaire en mm

d = durée totale de pluie hebdomadaire en h

T = différence par rapport à 12 et à 25 avec la température moyenne hebdomadaire en degrés C

V = vitesse moyenne en m/s du vent de la semaine

K2 = la somme des variations brutales de la pression à multiplier par 5

K3 = la somme des événements météorologiques particuliers de la semaine (à multiplier par 5)

I = la durée d'insolation en heures de la semaine.

Pour la semaine du 11 au 17 Août 1973 :

I.B.A. = 7 pour Nice

8 pour Cherbourg-Maupertus.

Les deux stations avaient un temps favorable et Cherbourg était même légèrement avantagée. Les températures à Nice en ce mois d'Août assez exceptionnel étaient un peu trop élevées. Rappelons-les : l'indice Clausse-Guérout attribue 100 à Nice et 50 à Cherbourg. Le 18, à Nice, la température s'élève à 31°1 et à Cherbourg le maximum n'a atteint que 26°9 le 16. Les chiffres auraient été encore plus favorables à La Hève, mais nous n'avons pas la durée des précipitations.

Plutôt qu'un indice, la recherche de seuils doit être plus proche de la réalité. L'examen du comportement du touriste normand fait apparaître quelques-uns de ces seuils.

1°- Le vent. M. GUEROUT et R. CLAUSSE ont estimé que leur indice pouvait être aménagé en tenant compte des vents supérieurs à 10 m/s. Ce chiffre nous paraît beaucoup trop élevé pour la Normandie. Avec un vent de 10 m/s, les touristes visitent la côte en voiture, s'arrêtent une

minute et rentrent immédiatement à l'abri. Nous choisisrions comme seuil 5 m/s. Le chiffre s'est imposé à nous, pour la première fois, en constatant le comportement de notre fille alors âgée de 18 mois qui refusait systématiquement de sortir de la voiture, sur les plages normandes, dès que le vent dépassait ou atteignait 5 m/s. B. BARELLI, dans une étude "Sul comportamento e su alcuni parametri endovasculari di popolazione anziana", communication faite au Congrès de Climatologie lacustre de Côme (mai 1971), montre qu'un vent supérieur à quinze kilomètres / heure, soit un peu moins de 5 m/s, développe les caractères d'irritabilité et diminue la sociabilité des personnes âgées. De 5 à 10 m/s, le vent est conçu comme une gêne mais reste supportable. Au-dessous, le vent apparaît agréable.

De toute façon, sur toutes les plages normandes, le parasol ne mérite pas son nom. Il sert, en fait, de paravent.

On ne sent plus le vent lorsque celui-ci ne dépasse pas 2 m/s. La comparaison de deux photos (R p. 593) prises à Jullouville est très significative. La première montre la direction du vent le plus fréquent, canalisé par la côte, qui vient de La Pointe-du-Roc. Les parasols sont tous dans la même direction, faisant office de coupe-vent. Derrière, leurs propriétaires brunissent au soleil.

Deuxième photo prise le lendemain. La direction du vent a changé, il vient d'Est, c'est-à-dire de l'intérieur et ne dépasse pas 2 m/s. Que constatons-nous : les parasols ont trois directions différentes :

- ceux qui sont très sensibles au moindre souffle d'air ou parce qu'ils reçoivent un vent un peu plus fort canalisé par le passage entre deux maisons, continuent à s'en servir comme coupe-vent ;

- d'autres n'ont pas fait attention et ont installé leurs parasols de la même façon que la veille. Ils n'ont donc pas été sensibles à la nouvelle direction du vent.

- les troisièmes ont redonné au parasol sa véritable fonction, l'ont installé dans la direction opposée à la veille pour se protéger du soleil.

Cette petite scène montre bien l'importance du vent sur les plages. On ne souffre jamais de la chaleur en Normandie.

2°- La température pratiquement la plus basse, à partir du moment où l'on a froid, est seule à considérer. Par vent de moins de 5 m/s, les touristes enlèvent leurs pulls à partir de 17° (quand le soleil brille, bien entendu).

3°- Le soleil est un élément important. Mais les journées sans soleil sont quand même assez rares. De sorte que s'il pleut seulement une heure, les touristes se résignent.

4°- Les précipitations représentent le facteur le plus décourageant quand elles durent longtemps. Plusieurs averses très courtes, réparties au cours de la journée, seront moins cruellement ressenties que le crachin.

Nous souscrivons volontiers à l'affirmation de CLAUSSE et GUERCUT qui estiment qu'une heure de pluie efface cinq heures de soleil.

Nos plages normandes manquent d'équipement pour se protéger du vent : pas de solarium abrité des vents du large, pas de lieux protégés sur les plages. C'est à peine si de timides essais apparaissent ici et là : terrasse abritée par une vitre foncée du casino de Luc, piscine couverte de Courseulas, séparée de la mer par des hauts murs et des vitres. Si les centres de thalassothérapie se multiplient, on n'utilise guère, par contre, le climat marin pour redonner un dynamisme nouveau à bien des citadins. L'empirisme l'emporte. Il faudrait des études pour montrer les bienfaits stimulants de ce climat marin.

C h a p i t r e X I V

LES L I M I T E S R É G I O N A L E S DES C L I M A T S N O R M A N D S

La variété des climats de l'intérieur s'exprime tout particulièrement au printemps. Il suffit de comparer les deux photos (R p. 594), prises le même jour. Sur la première, au Mêle-sur-Sartre, les arbres conservent leur parure d'hiver ; à peine quelques primevères officinales (coucou) apparaissent dans le champ. Quelques heures plus tard, à Caudebec, sur les bords de la Seine, c'est l'éclatement du printemps. Un problème se pose : rechercher les limites de ces nuances régionales. Pour cela, nous allons utiliser la carte de floraison des pommiers et les cartons botaniques des cartes de la végétation.

I- LA CARTE DE FLORAISON DES POMMIERS *****

Cette carte a été établie lors des vacances de Pâques, de 1969 à 1973. A chaque vacance, la Normandie a été entièrement parcourue. Des pommiers témoins ont été choisis dans divers lieux pour pouvoir comparer l'état d'avancement de la floraison. La carte a été réalisée

surtout lors des vacances de Pâques de 1971 ; elle a été nuancée en 1972 : 4 Avril au 18 Avril 1971,

26 Mars au 8 Avril 1972.

L'année 1972, la végétation a été un peu plus précoce, ce qui nous a permis de mieux étudier le Cotentin où la floraison est très tardive.

En 1973, nous avons surtout examiné les limites déterminées au cours des années précédentes.

Lorsque les pommiers sont en fleurs, les différences régionales sont beaucoup moins apparentes. Pour cette raison, nous avons surtout étudié les débuts de la floraison.

L'examen de la carte (R p. 595) fait d'abord apparaître des phénomènes propres à toute la Normandie :

1°- Les vallées orientées Sud-Est - Nord-Ouest abritent les pommiers les plus fleuris : vallées de la Seine, de l'Eure et même une partie de la vallée de l'Orne.

2°- Les régions côtières les plus abritées du vent ou les moins soumises à l'influence océanique apparaissent nettement sur cette carte.

3°- L'influence de la latitude joue peu. En dehors des vallées, la floraison est plus précoce au Sud de la Normandie, certes, mais également sur le Pays de Caux.

4°- Le sol exerce une influence certaine : les pays de campagne ont une végétation un peu plus en avance. Mais ce n'est pas toujours vrai : le Vexin normand n'est guère précoce.

5°- Les parties les plus élevées sont, dans l'ensemble, une végétation qui s'épanouit plus tardivement. Mais les exceptions restent nombreuses, en particulier dans le bocage de la région de Domfront.

Il faut donc entreprendre une étude minutieuse de cette carte pour tracer les limites des diverses régions climatiques.

1°- Au Sud, la végétation est plus précoce.

A proximité d'Alençon, dans le sud du département de l'Orne, les pommiers les plus fleuris ne dépassent pas 150 m. L'altitude entraîne un léger retard, mais la floraison commence avant celle des autres régions de la Normandie. La limite de cette aire favorisée est déterminée par le versant Sud des collines du Perche, puis le versant Sud également de la Forêt d'Ecouvès à la Forêt d'Andaines, hauteurs relativement importantes pour notre Normandie. La limite occidentale de cette bande se situerait vers Barenton. En regardant de plus près, elle s'établit sur le bassin versant de la Loire, les sommets des versants exceptés. Nous avons là une limite précise qui correspond à un bassin versant : le Sud de l'Orne se rattacherait donc au climat des Pays de la Loire ou tout au moins à la dégradation de celui-ci vers le Nord. Seule, la partie au Nord d'Alençon n'offre pas de limite nette. On passe assez insensiblement de la région d'Alençon à celle de Sées (c'est-à-dire de la vallée de l'Orne) et l'on peut se demander si les quelques retards observés dans la végétation ne

sont pas plutôt dus à la proximité de la masse forestière d'Ecouves. Un seuil étroit et peu élevé sépare des deux vallées.

2°- A l'Ouest, la végétation est un peu moins en avance. Mais une limite est fort nette. Elle part de Coutances, passe à Percy, Saint-Sever, prend une direction moins précise vers le Sud en liaison avec les hauteurs Ouest-Est ; la limite s'avance davantage vers l'Ouest dans les vallées et recule vers l'Est sur les hauteurs. Elle rejoint la région précédente à Barenton.

La floraison des pommiers est plus nuancée que la première région :

- près de la côte à Saint-Jean-le-Thomas, Carolles, la région d'Avranches, les fleurs apparaissent plus tôt ;

- vers la Haye-Pesnel, au contraire, on retrouve une prédominance de pommiers stade A. La limite correspond à une petite zone de partage des eaux, petites rivières comme la Braise. L'altitude dépasse légèrement 100 mètres (134 mètres). Les pentes sont orientées vers l'Ouest.

- plus vers l'Est, de nouveau la végétation est en avance ; prédominance du stade B ; pourtant l'altitude est égale ou supérieure à celle de la région précédente, mais les pentes sont orientées différemment, face au Sud ou Sud-Ouest. La pente exposée au Nord comprend davantage d'arbres de stade A.

La limite de cette région est également fort nette : elle correspond à une ligne de partage des eaux, ou plus

exactement elle ne comprend pas les pentes les plus hautes :

- au Nord, entre les affluents de la Sienna et ceux de la Vire ;

- au Sud, entre les petits fleuves côtiers comme la Sée et la Sélune et les affluents de la Mayenne.

3°- Le Cotentin au Nord de Coutances :

En règle générale, les pommiers y sont au stade A, à l'exception de quelques régions côtières abritées (comme Carteret ou Barfleur) et de la Haye du Puits à Coutances. On voit, ici ou là, des pommiers au stade B. Vers l'Est, nous rattacherons au Cotentin une bande joignant Saint-Lô, Caumont-l'Eventé, Belleroy, Bayeux, c'est-à-dire le bassin de l'Aure et de ses affluents; à l'Est de la Drome, on rencontre des pommiers de stade B.

Des nuances apparaissent lorsque la végétation est en avance comme en 1972 : dans la région de Valognes, à Sainte-Mère-l'Eglise, on voit un stade un peu plus avancé de la floraison des pommiers; stade que l'on retrouve dans la région de Molay-Litry, par exemple.

4°- Les hauteurs du bocage : C'est une région très complexe :

- une bande Sud-Ouest : Montpinchon, Saint-Sever, Vengeons, Ver : le haut bocage de la Manche où la végétation est en retard ;

- une bande Ouest-Est, plus élevée (Forêt de Mortain, forêt d'Andaine, forêt d'Ecouvres) où apparaissent, dès que la localisation devient favorable, des pommiers à un

stade plus avancé ;

- une bande Nord-Ouest - Sud-Est (Forêt de Saint-Evrault, du Perche, de Longny) où la végétation est un peu plus tardive.

- Au centre de ces trois régions, un morcellement extraordinaire fait côtoyer des endroits où tantôt la floraison est du stade B ou C, tantôt du stade A.

- Dans la vallée de l'Orne et la région de Pont d'Ouilly, dans la campagne d'Argentan, les pommiers sont à un stade plus avancé que dans la campagne de Caen.

Seules, les altitudes supérieures à 300 mètres n'abritent que des pommiers de stade A.

5°- Une demi-circule à l'Est et au Nord où prédomine le stade B comprend l'Est du Pays d'Ouche, le Lieuvin, le Nord du Pays d'Auge, la Plaine de Caen. L'homogénéité de cette bande n'est pas rigoureuse. Dans la Vallée d'Auge, par exemple, le début de la floraison est plus tardif qu'aux alentours de Valsemé, à une altitude plus élevée.

Dans la plaine de Caen, les environs de Douvres seraient légèrement plus favorables au départ de la végétation.

Les nuances locales sont variées.

6°- Une bande Sud-Est - Nord-Ouest formée de la Plaine de Saint-André, la Campagne du Neubourg, le Roumois. Les boutons des pommiers s'épanouiraient plus tôt. Une lente dégradation du Sud-Est gagne le Nord-Ouest. Mais la plaine de Saint-André n'a pas l'aspect fleuri des val-

lées de l'Ile-de-France.

Le sol plus calcaire, l'absence ou la rareté des forêts, le passage progressif de la Normandie à l'Ile-de-France expliquent assez bien la précocité du printemps dans la région.

7°- La vallée de la Seine, l'extrémité Nord des vallées de l'Eure et de la Risle sont des régions privilégiées. Le printemps est le plus précoce de toute la Normandie. Les raisons en sont multiples : exposition favorable des versants, sols crayeux ou calcaires se réchauffant facilement, orientation des vallées qui favorisent la pénétration d'influences continentales. Une dégradation apparaît dans les vallées affluentes qui restent, malgré tout, favorisées par rapport aux plateaux.

8°- Le Pays de Caux est relativement plus en avance que les régions au Sud de la Seine, surtout lorsqu'on s'approche de la côte. Il y a là une particularité qu'il faudra expliquer. La limite est assez nette à l'Est : la vallée de l'Andelle, La limite au Nord est moins précise : la bordure occidentale du Bray est plus élevée, donc plus froide.

9°- Le Pays de Bray et sa périphérie forment une région un peu à part, assez contrastée, en liaison avec les diverses roches, l'altitude, l'exposition. Le centre du Bray est un peu plus en avance, mais les hauteurs périphériques et la région qui s'étend jusqu'à la Bresle

sont plus froides, moins favorables à l'éveil de la végétation.

10°- Le Pays de Lyons et le Vexin normand sont en retard par rapport au Pays de Caux, à l'exception de la vallée de l'Epte et de quelques clairières favorisées du Pays de Lyons. De toute façon, la différence est très grande avec la vallée de la Seine voisine.

L'étude du début de la floraison des pommiers a permis de distinguer une dizaine de régions où le printemps est plus ou moins précoce. Parfois, les limites sont nettes ; parfois, au contraire, on passe insensiblement d'un stade à un autre. Souvent, il y a intermédiation des divers stades. Celui qui nous a été représenté. Cette carte réalisée au début d'avril 1971 pourrait être modifiée une autre année. Les différences sont moins sensibles lorsque le printemps est tardif et les feuilles apparaissent avant ou avec les boutons (à Pâques 1973, par exemple). Malgré tout, cette carte est assez représentative de l'éclatement des fleurs de pommiers et du début du printemps en Normandie. Nous pourrions tenter d'expliquer dès le présent pourquoi cette répartition du début du printemps en Normandie. Il est probable, semble-t-il, d'essayer et de comparer les autres différences de région à région soulignées par les cartes de la végétation.

II- LES DIFFÉRENCES RÉGIONALES

SOULIGNÉES PAR LES CARTES DE LA VÉGÉTATION.

Au moment où est rédigé ce chapitre, toutes les cartes de la végétation de Normandie sont parues :

N° 7 Cherbourg

N° 13 Granville (mais elle ne représente qu'une
bien petite superficie de Normandie)

N° 14 Caen

N° 23 Alençon

N° 8 Abbeville

N° 15 Rouen

N° 24 Chartres

Notre but n'est pas de faire une étude détaillée de la végétation en dépendance avec des éléments variés comme les sols, la géologie, le relief. Nous essaierons simplement de voir si nous retrouvons certaines limites que nous avons déjà décelées avec l'étude de la floraison du pommier ou si nous découvrons d'autres limites intéressantes.

A- LA FRANCE CÔTIÈRE

La répartition de la végétation confirme l'aspect du climat côtier. On peut mettre à part la région de La Hague, domaine de la lande mésophile climatique à *Erica ciliaris* (bruyère ciliée) et *Ulex (ajônco) galii* (de Port-Bail à Barfleur). Ce type de végétation se retrouve à l'Ouest d'une ligne Vannes-Dinard. Il souligne le caractère très atlantique de la presqu'île de La Hague, et secondairement de la côte Nord du Cotentin.

Du Mont-Saint-Michel à la cuesta du Pays d'Auge, à quelques exceptions près, comme la région de La Hague, la bordure côtière est constituée par un bocage à orme, variante du bocage à chêne pédonculé. L'orme résiste mieux que le chêne aux vents marins. Sur le carton botanique de la carte de Caen, on le montre associé à la lange sèche à *erica cinerea* (bruyère cendrée). Le chêne pédonculé disparaît sur la carte de Cherbourg. Le bocage à orme s'étend jusqu'aux premières hauteurs du bocage normand. On retrouve ainsi la région à floraison du pommier moins précoce qui s'étend dans le Bassin et la campagne de Caen.

Une limite apparaît plus nettement sur les cartes de végétation : c'est le remplacement de la lande à *erica cinerea* par la prépondérance du chêne pédonculé associé au hêtre et secondairement au chêne sessile.

Au Nord de la Seine, le chêne sessile devient plus fréquent. L'orme disparaît progressivement et, après Fécamp, il représente une exception. Vers Varengeville, nouveau changement : le chêne sessile disparaît ; hêtres et chênes pédonculés demeurent. Le chêne sessile est sensible au gel et craint l'humidité.

La chênaie-hêtraie est l'indice d'un climat plus froid et un peu plus humide.

La végétation traduit bien la dégradation du caractère océanique de la côte que nous avons déjà étudiée.

B- AU NORD DE LA SEINE

La végétation paraît davantage liée à l'influence du sol, du sous-sol et du relief que du climat. Dans le Bray, par exemple, le chêne pédonculé est plus abondant sur les sols frais et compacts des vallées. Il existe malgré tout une certaine similitude entre les régions où le chêne sessile est plus fréquent, dans le Caux occidental et sur les plateaux au Nord de la Seine. Il serait peut-être intéressant de voir si les conditions climatiques diffèrent de part et d'autre de la limite entre étage avec chêne sessile et chênaie-hêtraie. Cette limite passe à peu près à proximité d'Estouteville, au sud de Tôtes et de Yerville, par Yvetot, Fauville-en-Caux, Grainville, Barneville.

Souignons, du reste, le courant latéméditerranéen qui suit les vallées (Seine, Eure, Epte) et les plateaux au Sud de la Seine. Ce courant est marqué par l'implantation du chêne pubescent, et le problème est de savoir s'il correspond à la pénétration d'influences climatiques venues de l'Ile-de-France.

C- AU SUD DE LA SEINE

Si l'on met à part les vallées, il existe une certaine similitude entre le stade B et l'étage de chêne sessile et secondairement chêne pédonculé, hêtre sur la carte de Rouen. Les caractères limites du chêne pubescent coïncident avec le stade C ou D. A mesure que l'on se rapproche de la mer, l'humidité augmente, le hêtre occupe une place de plus en plus grande.

Vers le Sud-Ouest de cette feuille de Rouen dans le Perche et le Pays d'Ouche, le chêne sessile disparaît. Nos pommiers sont en retard. Le sapin est assez bien représenté et des espèces comme *Erica Tetralix* montrent l'influence grandissante de l'atlantacité.

Sur la carte de Caen, on note le passage d'une pénétration latéméditerranéenne qui, de la vallée de la Dives supérieure, gagne la plaine de Caen (orme). Dans cette région, la concordance stadés des pommiers et étage de végétation est moins évidente. La limite est à peu près semblable à l'Ouest (étage à prépondérance du chêne pédonculé et celui où le hêtre devient plus important).

Peut-être cette absence de concordance confirme, au contraire, l'absence de limite climatique importante : nous avons souligné dans le paragraphe précédent les interpénétrations des divers stades des pommiers.

Par contre, sur la carte d'Alençon, on retrouve très nette la limite déjà définie, due au relief, de Mortain à Bagnoles-de-l'Orne où le hêtre est prédominant, où le chêne sessile n'apparaît pas. Cette bande constitue une frontière pour certaines espèces méridionales (certains types de renoncles), mais des éléments ont réussi à s'établir jusqu'à Argentan. Ceci confirme l'existence d'un lieu de passage possible d'influence climatique par le seuil entre Alençon et Argentan.

La région d'Alençon contient un certain nombre de plantes appartenant au domaine floristique ligérien.

En résumé, cette étude succincte des cartes de la végétation normande permet de tirer quelques conclusions :

1°- Là où apparaît une limite entre stades divers de floraison des pommiers, il y a presque toujours limite entre deux étages de végétation.

2°- Il existe fréquemment, surtout dans la moitié Est de la feuille, concordance entre stade avancé de la floraison des pommiers et importance du chêne sessile.

3°- Certaines limites sont soulignées, par exemple la vallée de la Dives.

4°- L'apport le plus intéressant des cartes de végétation, à nos yeux, c'est l'existence de grands courants de pénétration d'influence latéméditerranéenne ou atlantique. Mais le premier est plus original que le second, dont nous avons déjà parlé en étudiant le climat. Ces courants semblent suivre :

- des vallées,
- les plateaux au Sud de la Seine,
- la bordure massif ancien - bassin de Paris.

Nous pensons que ces grands courants doivent avoir certaines causes climatiques.

III- LES GRANDES ORIENTATIONS ***** POUR UNE ¹ÉTUDE ²RÉGIONALE DU CLIMAT. *****

Quatre grandes tendances climatiques s'associent plus ou moins en Normandie :

1°- une tendance océanique caractérisés par :

- des températures douces en hiver,
tièdes en été,
- une faible amplitude thermique,
- un été tardif : Juillet-Septembre,
- un printemps frais,
- des vents violents,
- des pluies d'hiver importantes et une relative
sécheresse d'été.

2°- une tendance "littorale" qui se manifeste par :

- un adoucissement des températures en hiver,
- un rafraichissement des températures maxima en été,
- des pluies faibles sur les caps, un peu plus
intenses dans les baies,
- le maximum pluviométrique se situe sur une bande
de 10 à 25 kilomètres, parallèle à la côte,
- des vents marins assez forts dont la direction dépend
du tracé de la côte, des déviations liées aux
forces de frottement.

3°- un caractère méridional que nous n'avons guère étudié jusqu'à présent. Le précocité du printemps, les températures un peu plus élevées en été paraissent en Normandie les manifestations essentielles de cet effet.

4°- un caractère "continental normand" aux hivers froids, aux précipitations relativement faibles réparties plus également au cours de l'année.

La dégradation de ces caractères est lente si aucun obstacle ne s'oppose à leur pénétration. Les limites les plus nettes sont constituées par les hauteurs, les lignes de partage des eaux (les influences climatiques remontent les vallées), les forêts.

A- LES HAUTEURS ET LIGNES DE PARTAGE DES EAUX

Elles se confondent assez souvent. Les plus déterminantes au point de vue climatique sont constituées :

1°- par la ligne de partage des eaux entre le bassin de la Loire et ceux des fleuves normands. Cette limite est renforcée par le relief, plus de 200 mètres. Mais entre Alençon et Sées, la bande supérieure à 200 mètres est extrêmement étroite. L'influence ligérienne s'arrête au Sud d'une ligne Barenton-Mortagne.

2°- par la ligne de partage des eaux entre les petits flauves côtiers qui se jettent sur la côte occidentale de la Manche et les affluents aboutissant dans la Baie de Seine. Cette limite s'étend des landes de Lessay à Barenton, arrête à la fois des influences méridionales venant de Bretagne et des influences océaniques légèrement atténuées.

3°- la ligne de partage des eaux entre l'Aure et la Seulles. A l'Ouest, l'Aure, la Vire et la Douve drainent à peu près tout le Cotentin au Nord de Coutances, à l'exception de l'étroite bande côtière. Comme elles se jettent dans la Baie des Veys, les influences maritimes remontent assez difficilement les rivières. Pour cette raison, les caractères océaniques et maritimes sont dégradés : tout air

venant de la mer doit franchir un léger relief. Les influences méridionales ne parviennent pas du tout dans cette région. La floraison des pommiers y est tardive.

Partout ailleurs, en Normandie, les lignes de partage des eaux sont plus secondaires, sans doute parce que les rivières prennent leur source très près les unes des autres :

- aux confins du Perche et du Pays d'Auge,
- dans le Bray.

Dans ces régions, les hauteurs supérieures à 200 mètres ont un climat particulier, certes, mais les différences climatiques semblent moins accusées. Les divers stades de la floraison des pommiers sont proches. Les différences locales l'emportent sur les oppositions régionales. Le stade de floraison sera C sur un versant bien exposé ou A sur une hauteur.

Deux régions apparaissent de ce fait :

- les collines de Normandie, le Perche et le Sud du Pays d'Auge avec des nuances régionales, bien entendu liées à la dégradation des influences océaniques ou maritimes,
- les hauteurs périphériques du Bray.

B- LES FORÊTS

1°- Aucune forêt importante ne s'interpose entre la Beauce et la Plaine de Saint-André. Ceci explique sans doute le caractère assez précoce de la floraison des pommiers dans cette région et un léger retard dans la campagne

du Neubourg : étroite bande forestière de part et d'autre de la vallée de l'Iton provoquant une diminution des influences méridionales vers le Neubourg, des influences maritimes vers la Plaine de Saint-André.

2°- Les forêts importantes du Perche, du Thimerais, du Pays d'Ouche gênent la propagation des influences méridionales vers le Nord. Aussi le Lieuvin, le Nord du Pays d'Auge, la Campagne de Caen sont-ils surtout soumis aux influences maritimes.

3°- La Forêt de Lyons constitue un obstacle important entre le Vexin normand, qui ne reçoit guère les influences méridionales, et le Pays de Caux soumis aux influences maritimes, océanique dégradée, et peut-être même, pour la partie occidentale du Pays de Caux, aux influences méridionales (proximité de la vallée de la Seine non bordée de forêt, prolongement de la Campagne du Neubourg).

Nos principales limites régionales sont donc ainsi définies et nous pouvons établir la carte R p. 583 les représentant.

Cette carte des diverses régions climatiques a été établie, en grande partie, à partir de la carte de la floraison des pommiers. On pourrait penser que la température représente le principal élément pour cette raison. Ceci serait une erreur. L'humidité de l'air, les précipitations, l'insolation, l'évaporation s'associent aux températures pour expliquer le stade de la floraison ou de l'aspect du pommier. Le réchauffement plus brutal, mais tardif, des

températures, par exemple, favorise la foliation du pommier qui peut alors précéder la floraison. L'étude de l'influence des divers éléments climatiques sur la floraison et la foliation du pommier n'a pas encore été entreprise avec beaucoup de détail à notre connaissance. Pour cette raison, les divers stades de la floraison des pommiers annoncent des limites climatiques mais ne permettent pas de donner des interprétations concernant une étude des caractères climatiques.

*

* *

SECTION I

LES RÉGIONS Océaniques

Le climat océanique se dégrade rapidement vers le Sud et vers l'Est. On distingue, pour cette raison, quatre régions :

1°- une région océanique proprement dite, comprenant le Cotentin et la partie occidentale du Bessin ;

2°- au Sud, une région aux étés légèrement plus chauds : le Sud-Ouest du département de la Manche ;

3°- vers l'Est, une région où les pluies d'été deviennent progressivement aussi abondantes que celles d'hiver : le Pays de Caux ;

4°- au centre, une région abritée, aux précipitations médiocres.

I- LA RÉGION MARITIME Océanique

La bande côtière est exclue de cette étude. Aussi, rappelons les cadres de cette région :

- les bassins versants de la Douve et de ses affluents,
- les bassins versants de l'Aure et de ses affluents.

Ceci permet du reste de définir avec précision la bande côtière étudiée dans le chapitre précédent.

- La limite Sud est beaucoup plus difficile à déterminer. La partie supérieure du bassin de la Vire appartient à la région des collines de Normandie. L'isohypse 100

mètres apparaît comme une limite raisonnable, facile à suivre, pour séparer le Nord-Cotentin et le Bassin du Bocage :

- . on peut la tracer facilement, alors que l'isohypse 150 est moins continue ;
- . elle représente les basses pentes du bocage normand.

Un grave problème se pose pour cette région : comment étudier les températures sans station météorologique ?

En 1973, les températures sont relevées à :

- Briquebec : 34 mètres d'altitude dans la partie du Cotentin ;
- Condé-sur-Vire : 28 mètres à la limite Sud, dans une vallée qui pourrait presque être intégrée au bocage en cet endroit ;
- Baupré : 4 mètres au Nord des marais de Gorges, mais la station est dans le village, un peu à l'écart du marais.
- Le Molay-Litry, la seule station qui ait fonctionné pendant toute la période 1951-1970, à 25 mètres d'altitude, dans la partie Sud du Bassin.

À des époques antérieures, une autre station a fonctionné : Saint-Lô, à 43 mètres d'altitude. Aucun de ces postes n'appartient à la Météorologie Nationale. Nous allons émettre quelques hypothèses suggérées par nos promenades à travers le Cotentin et nous allons essayer de les vérifier.

A)- Cette région est fraîche en hiver.

Elle est plus froide en hiver que les cartes climatiques ne l'indiquent. L'Atlas climatique de la France (planche 36) estime que le nombre de jours de gel est égal ou inférieur à 30. L'Atlas de Normandie lui octroie moins de 40 jours de gel. Bricquebec n'aurait que 20 jours de gel ou moins selon l'Atlas. Baupte, entre 20 et 39, Condé-sur-Vire 40 environ.

Nous n'avons malheureusement pu faire la moyenne que pour trois ans (création de Bricquebec au cours de 1969) et il existe en 71 des lacunes. Si l'on prend comme référence la station sérieuse de Carpiquet, le nombre de jours de gel est moindre pendant ces trois ans que pour la période 1931-1960 ou 1961-1968.

Nombre moyen de jours de gel par an
pour les trois années 1970-1971-1973

| | |
|------------|---------------------------------------|
| Bricquebec | 29 |
| Condé | 63 |
| Le Molay | 41 |
| Carpiquet | 35 (1931-60 : 44 ;
1961-1968 : 46) |
| St-Gatien | 43 |

A Baupte, pour les quatre années 1968-1969-1970-1973, la moyenne est de 58 jours et jamais, au cours de ces quatre ans, elle n'est inférieure à 50 jours par an.

Une station comme Bricquebec est certainement plus chaude que la majeure partie du Nord-Cotentin.

Les températures de Baupte sont assez représentatives

de toutes les parties marécageuses du centre du Cotentin.

Condé donne les températures du Sud du Cotentin intérieur, mais il est difficile d'attendre ces résultats sans risque de se tromper.

Le Molay est assez représentatif des températures du Bessin qui peut-être s'adouciscent légèrement vers la mer.

Il y aurait un moyen d'apprécier les régions les plus froides : le nombre de jours de gelée blanche relevés par tous les bénévoles qui possèdent un pluviomètre. Mais cette notion doit être employée avec beaucoup de précaution.

La gelée blanche se forme lorsque le rayonnement nocturne abaisse la température de l'air au contact du sol, au niveau du point de rosée. Celui-ci doit être inférieur à 0° . L'eau passe alors directement de l'état gazeux à l'état solide. Le vent est faible, le brassage des couches d'air n'existe pas (sinon nous aurions du brouillard) ; la condensation survient au niveau du sol.

Il n'y a pas équivalence entre jour de gel uniquement lié aux températures et jours de gelée blanche où le point de rosée se trouve inférieur à 0° . Aussi le nombre de cas de gelée blanche est-il inférieur au nombre de jours de gel.

Pour qu'il y ait formation de gelée blanche, le refroidissement doit être d'autant plus important que l'humidité relative est faible. Supposons que la température du point de rosée est -1° , le refroidissement de la masse d'air sera de :

- 2° si l'humidité relative atteint 85 %
- 9°5 si l'humidité relative atteint 50 %.

Comme le refroidissement ne varie pas dans de grandes proportions (2 à 5°), d'une station à l'autre, les stations les plus sèches (l'Est de la région en particulier) auront un nombre de jours de gelée blanche légèrement inférieur pour cette raison. La méthode ne peut être utilisée que dans une région au climat assez homogène.

Pendant les mêmes années (1971 et 1972), Bricquebec compte 15 jours par an de gelées blanches ; La Feuillie, un peu plus au Sud, mais située dans la bande de forte pluviosité, en a eu 23 jours.

Dans la partie basse, proche des marais, pour les années 1971 et 1973, la moyenne annuelle est de :

18 jours à Baupré

22 jours à Picauville.

Bricquebec et Baupré ne sont donc pas les stations les plus froides.

Il n'est pas possible de comparer le nombre de jours de gelée blanche dans l'ensemble de la région : plus la station est située à l'Est, moins le vent est fort. Pour cette raison, le nombre de jours de gelée blanche augmente. Pour la période 1970-1973, la moyenne de ces quatre années représente :

14 jours à Bricquebec

10 jours à Maupertus

22 jours à Douvres

60 jours à Condé-sur-Vire

44 jours au Molay

42 jours à Carpiquet.

La station du Molay n'est pas plus froide que celle de Baupré, mais elle est mieux protégée des vents.

L'importance des lacunes ne permet pas de comparaisons valables effectuées sur l'ensemble de l'année. Pour la période 1970-1973, les comparaisons ne peuvent être faites que pour Décembre et Janvier.

Minima de température de 1970 à 1973

| | Décembre (moyenne
51-70) | | Janvier (moyenne
51-70) | |
|--------------|-----------------------------|-------|----------------------------|-------|
| Baupré | 2°1 | (1°9) | 1°1 | (1°1) |
| Ericquebec | 3°1 | | 2°5 | |
| Maupertus | 3°9 | | 2°8 | |
| Condé / Vire | 2°1 | | 1°9 | |
| Le Molay | 2°1 | (2°1) | 1°6 | (1°1) |
| Carpignat | 2°4 | (2°4) | 1°8 | (1°3) |

La température ici est plus chaude : l'air qui souffle de Sud-Ouest ou d'Ouest garde ses caractères maritimes. Vers l'Est, les masses d'air maritime se continentalisent assez vite et il n'existe guère de différences entre ces stations et Carpiquet, plus chaud de quelques dixièmes de degré.

Des relevés personnels ont été effectués dans des conditions assez proches de celles des stations météorologiques (thermomètres à minima placés à 2 mètres du sol dans des ifs). Les températures ont été vérifiées à l'aide d'un thermomètre à aspiration Assman et confrontées à celles de Maupertus.

Les moyennes réalisées sur 10 jours (types de temps variés) ont donné des résultats voisins des chiffres relevés.

Différences avec le minimum de température
de Maupertus

| | | |
|--------------|---------------------------------|-------|
| Délasses | 152 m près de la ligne de crête | - 1°4 |
| Saint-Jouvin | 55 m au bord de la Douve | - 1° |
| Hubertville | 52 m près de la ligne de crête | - 0°1 |

En hiver, les minima relevés dans les parties hautes et les parties basses semblent peu différents : les régions élevées, plus éventées, doivent recevoir davantage les influences océaniques que les régions basses.

La région d'Hubertville, à 8 km environ de la côte Est, légèrement plus froide que Maupertus si l'on tient compte de l'altitude, a des températures assez douces.

Les températures les plus basses depuis 1957 atteignent :

- 16°7 au Molay-Littry
- 20° à Baupré
- 14°4 à Carpiquet.

Ces extrêmes soulignent le caractère parfois rude des froids du Cotentin.

Les maxima d'hiver sont peu différents : entre 7 et 9°. Comme pour les mois d'hiver, le mois de Décembre est plus chaud que Janvier.

Maxima de température de 1970 à 1973

| | Décembre (moyenne
51-70) | Janvier (moyenne
51-70) |
|--------------|-----------------------------|----------------------------|
| Baupré | 8°9 (9°2) | 8°6 (8°2) |
| Bricquebec | 8°5 | 7°4 |
| Maupertus | 8°2 | 7°3 |
| Condé / Vire | 8°7 | 8°4 |
| Le Molay | 8°8 (9°) | 8°7 (7°9) |
| Carpiquet | 7°8 (8°) | 7°5 (6°9) |

Au cours des quatre dernières années, l'écart est plus faible entre Décembre et Janvier (plus chaud). Les stations occidentales, plus sensibles à l'influence océanique, sont proportionnellement plus chaudes en Décembre. Les différences de température entre Janvier et Février sont faibles, surtout pour les minima.

B)- Le printemps est tardif.

Il ne commence guère qu'à la fin Avril.

Pour la période 1951-1970, la progression des températures d'Avril par rapport à Janvier a été de :

| | <u>Minima</u> | <u>Maxima</u> |
|-----------|---------------|---------------|
| Baouite | 2°8 | 5°9 |
| Le Molay | 2°8 | 6°2 |
| Carpiquet | 3°6 | 6°2 |

Pour la période 1970-1973

| | | |
|--------------|-----|-----|
| Bricquebec | 2°4 | 5°3 |
| Aubertus | 2°7 | 2°1 |
| Condé / Vire | 1°7 | 4°3 |
| Carpiquet | 1°2 | 4°7 |

Le relèvement est moindre qu'à Caen.. A la différence de la côte (Aubertus), il est dû à l'augmentation des maxima. Soulignons au passage qu'au cours des quatre dernières années, le réchauffement d'Avril a été moindre (Janvier plus chaud, Avril plus frais).

Les anticyclones ne donnent des températures élevées pendant cette saison qu'à partir de la deuxième quinzaine de Mai.

C)- Les étés sont nettement plus chauds que sur la côte.

On ne retrouve plus les caractères typiquement côtiers :

- le mois de Juin est plus chaud que Septembre pour la période 1951-1970, à la différence de la région côtière ;

- le mois de Juillet est le mois le plus chaud (Août à Barfleur et La Hague).

Maxima de température 1951-1970

| | <u>Juin</u> | <u>Juillet</u> | <u>Août</u> | <u>Septembre</u> |
|-----------|-------------|----------------|-------------|------------------|
| Baupté | 21°4 | 22°8 | 22°2 | 20°8 |
| Le Molay | 21°2 | 22°7 | 22°3 | 20°5 |
| Carpiquet | 19°6 | 21°4 | 21°4 | 19°7 |

Maxima de température 1970-1973

| | <u>Août</u> |
|--------------|-------------|
| Baupté | 21°2 |
| Bricquebec | 20° |
| Condé / Vire | 22°1 |
| Le Molay | 22°2 |
| Carpiquet | 21°7 |
| Maupertus | 18°9 |

A l'exception de Bricquebec, les maxima de température sont presque toujours supérieurs à ceux de Carpiquet.

Les influences maritimes se font moins sentir en été qu'en Hiver. La ligne de crête est suffisante pour les atténuer en été (l'air marin, comme nous l'avons vu, est relativement stable). Pour cette raison, Carpiquet est plus froid en moyenne (brise de mer, pas de ligne de crête entre la mer et la station). Les anticyclones dirigent le plus souvent un air de Nord-Ouest ou de Nord-Est qui pénè-

tre jusqu'à Caen avec un faciès maritime. Pour la période 1970-1973, la moyenne est supérieure à Caen, cas exceptionnel dû aux températures élevées d'Août 1973 ; l'air venait du secteur Sud. Caen occupe alors une position semblable à celle des stations du Cotentin : la masse d'air est continentale.

Le maximum absolu du mois d'Août 1973 a atteint :

| | |
|---------------------|------|
| La Hague | 24° |
| Baupré | 29°9 |
| Bricquebec | 27°9 |
| Cherbourg Sémaphore | 25°4 |
| Condé / Vire | 31° |
| Barfleur | 21°8 |
| Albertus | 26°9 |
| Le Molay | 30°6 |
| Englesqueville | 26°1 |
| Carpignat | 30° |

La masse d'air venait du secteur Sud-Est à Est ; les maxima sont peu différents, sauf pour les stations côtières. Le maximum s'est produit le 16 au Sémaphore de Cherbourg et non du 13 au 15. Ce jour-là, le flux était de Sud-Est. Mais à Barfleur, les températures sont beaucoup plus basses : c'est la seule station où le flux de cette direction est maritime.

Cet exemple montre qu'un même type de circulation régionale peut entraîner des variations importantes des moyennes d'une station à une autre.

Dernière remarque : les mois de Septembre et d'Octobre sont encore très chauds. L'influence océanique reste forte : les deux masses océan-continent sont suffisamment

contrastées pour que cette influence ne soit pas arrêtée par une simple ligne de crête comme l'influence maritime en été.

D)- Deux subdivisions régionales apparaissent nettement.

1- La bande pluvieuse à l'Ouest et au Nord.

Elle n'existe pas à l'Est car les abats sont rares lorsque l'air vient de Nord-Est ou d'Est (anticyclones). Les précipitations doivent varier entre 1000 et 1200 mm selon les lieux. L'influence du vent est toujours sensible : la cime des arbres est déviée d'Ouest ou d'Ouest - Sud-Ouest. Les températures, semblables à celles de Bricquebec, sont légèrement plus douces en hiver, plus fraîches en été que dans la partie orientale, mais l'amplitude annuelle est plus forte qu'à Maupertus. Sauf dans les parties les plus élevées ou dans les endroits encaissés, le gel est exceptionnel après Mars.

2- La partie orientale moins arrosée.

On ne peut pas dire avec exactitude que cette région soit sous le vent. La plus faible pluviosité provient de la baisse des précipitations à mesure que l'on s'éloigne du maximum pluviométrique :

- Les précipitations varient entre 750 et 950 mm de pluie.
- Le nombre de jours de précipitations est légèrement plus faible : de 5 à 10 jours de moins environ :

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Baupré | 180 jours par an (51-70) |
| Le Molay | 178 (R p. 589) |
| Bayeux à la limite de la région | 160 |

- Le nombre de jours de brouillard, peu différent de celui de la région précédente, varie entre 20 à 60 jours par an selon les endroits (beaucoup moins que dans les parties élevées de la côte).

Moyenne mensuelle du nombre de jours de brouillard
(1970-73)

| | <u>Hiver</u> | <u>Été</u> |
|-----------|--------------|------------|
| Maupertus | 6 | 5 |
| Briquebec | 3 | 2 |
| Cerisy | 4 | 4 |
| Condé | 3 | 5 |
| Baupré | 3 | 6 |
| Le Molay | 2 | 2 |
| Caen | 6 | 7 |

Nombre de jours de brouillard
(moyenne 1970-1973)

| | |
|-----------|----|
| Maupertus | 91 |
| Briquebec | 26 |
| Cerisy | 72 |

Nombre approximatif en raison des lacunes

| | |
|--------------|---------|
| Cerisy | 40 |
| Condé / Vire | 40 |
| Le Molay | 25 à 30 |
| Baupré | 50 à 60 |

Le nombre de jours de brouillard n'est pas très important. Il est assez régulièrement réparti au cours de l'année, sauf à proximité des régions marécageuses (Baupré) ou dans les vallées (Condé), plus fréquent en été : refroidissement nocturne accompagnant une forte humidité.

Les températures en hiver sont plus basses et le nombre de jours de gel est plus élevé. Les gelées subsistent certaines années jusqu'en Mai. L'été est plus chaud.

Toute cette partie du Cotentin et de l'Ouest du Bassin manque de stations. Nous estimons que le climat est, dans l'ensemble, légèrement arrosé, avec des températures plus contrastées qu'on le pense généralement.

II- LA DÉGRADATION DU CLIMAT Océanique VERS LE SUD.

Une seule station existe actuellement : Saint-Hilaire-du-Harcouet, à 65 mètres d'altitude. Comparons les relevés de Saint-Hilaire (R p. 191) à ceux du Molay :

- Les minima de température sont toujours inférieurs ; l'écart varie entre 0°6 (Février à Avril) et 0°9 (Août à Octobre).

- Les maxima sont supérieurs à Saint-Hilaire de Mars à Juillet, inférieurs d'Octobre à Janvier. Le printemps apparaît légèrement plus chaud, l'automne plus frais ; les températures de Juillet, plus élevées d'un degré que celles d'Août, soulignent cette dégradation de l'influence océanique. La situation "méridionale"⁽¹⁾ de la station explique cette élévation des maxima et la précocité du printemps (la floraison des pommiers est en avance d'au moins trois semaines).

(1)- Il est évident que nous ne pensons pas à l'effet direct de latitude (hauteur du soleil). Il s'agit de l'effet de la latitude sur la position des trajectoires cycloniques et sur la largeur des secteurs chauds.

- Le nombre de jours de gel augmente. Pour les trois années 1970-1972-1973, on a relevé, en moyenne, 84 jours de gel (63 seulement à Condé-sur-Vire). Les gelées peuvent débuter dès Septembre (jamais avant Octobre dans le Cotentin ou le Nord-Calvados) et se prolonger jusqu'en Mai.

- Les précipitations restent importantes : 897 mm en moyenne pour la période 1951-1970. La proximité des hauteurs du "Bocage" favorise les pluies, surtout par temps de SW et de NW 5. Leur répartition dans l'année ne change guère car, en hiver, les situations de blocage engendrent beaucoup de pluie. L'automne n'est pas plus arrosé. Le nombre de jours de précipitations paraît légèrement inférieur dans le Sud de la Manche :

170 jours en moyenne pour la période 1951-1970 (176 au Colay).

J. SAMSON a relevé des précipitations aussi importantes pour la période 1891-1930 :

| | |
|-----------------------|--------|
| Saint-Planchers, 52 m | 956 mm |
| Avranches, 107 m | 944 mm |

Seule la station de Pontorson (19 m) est moins arrosée : 724 mm. La position de Pontorson, sous le vent par rapport aux masses d'air de SW, explique la plus faible pluviosité. La plaine est également un peu abritée des vents d'Ouest grâce à des collines qui atteignent 100 mètres d'altitude.

- Le nombre de jours de brouillard est assez faible : une trentaine environ pour les quatre années (1970-73).

Rappelons l'originalité de la région :

- températures plus contrastées au cours de l'année,

- hivers plus froids,
 - précocité du printemps,
 - pluviosité importante favorisée par les collines,
- qui renforcent l'ascendance des masses d'air.

III- LA DÉGRADATION OcéANIQUE VERS L'EST : LE CLIMAT DU PAYS DE CAUX.

La région est plus facile à étudier :

1°- Le relief ne crée pas de microclimats et une dégradation régulière apparaît de l'Ouest vers l'Est.

2°- Deux stations ont des relevés depuis de longues années et sont très bien situées :

| | |
|-----------------|-------|
| Goderville | 124 m |
| Auzebosc-Yvetot | 142 m |

Plus récente, Auffay (125 m), à la limite du Pays de Caux et du Bray, permet de compléter les renseignements.

A)- Les hivers sont moyennement froids.

Le froid est un peu plus intense ici que dans la partie orientale du Cotentin ; mais les minima dépassent très légèrement ceux de Saint-Hilaire, dans le Sud de la Manche.

Minima de température de 1970 à 1973

| | <u>Décembre</u> (moyenne
61-70) | <u>Janvier</u> (moyenne
61-70) |
|------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Le Molay | 2°1 (1°1) | 1°6 (1°5) |
| St-Hilaire-du-H. | 0°7 | 0°5 |
| Goderville | 1°6 (0°5) | 0°6 (0°5) |
| Auzebosc | 1°2 (-0°1) | 0°9 (0°5) |
| Auffay | 1°2 | 1°1 |

Les températures de Goderville et d'Auzebosc sont assez proches en Janvier ; Goderville, en Décembre, est par contre toujours plus chaud. A partir de la dernière décade de Décembre (R p. 597) jusqu'à fin Février, les minima des deux stations évoluent de la même façon. Les maxima de Goderville dépassent toujours ceux d'Auzebosc.

On note un nombre de jours de gel peu différent dans le Pays de Caux et l'Est du Cotentin (40 à 63) au cours des trois années 1970-72-73 :

| |
|--|
| 48 à Goderville |
| 56 à Auzebosc (réchauffement plus lent,
refroidissement plus précoce) |
| 59 à Ruffey |
| 20 à La Hève. |

Malgré l'altitude est plus élevée dans ces stations que dans le Cotentin. Pour la période 1961-1973 (62 jours en moyenne par an), la répartition du nombre de jours de gel s'écrit ainsi :

| | |
|----------|---|
| Octobre | 1 jour (le gel débute une année sur deux seulement en Novembre) |
| Novembre | 7 jours |
| Décembre | 15 " |
| Janvier | 14 " (dans cette région, le mois de Janvier est souvent moins froid que Décembre) |
| Février | 11 " |
| Mars | 3 " (3 fois en 13 ans, il n'y a pas eu de gel en Mars) |
| Avril | 1 seul jour de gel au cours de cette période. |

Pourquoi les mois de Décembre et de Mars paraissent-ils aussi froids dans la partie centrale et orientale du

Pays de Caux ? Les situations de blocage sont très fréquentes en Décembre et en Mars :

| | |
|----------|------------------|
| Décembre | 62 cas en 20 ans |
| Janvier | 49 |
| Février | 42 |
| Mars | 76 |

Dans la plupart de ces situations, la masse d'air froid, continental, séjourne sur le Pays de Caux (le mois de Décembre y est plus froid, pour cette raison, que dans le Cotentin). L'air maritime doux pénètre peu à peu dans la partie occidentale. Les températures s'adoucissent à Goderville, mais Auzebosc, plus à l'intérieur, demeure dans la masse froide.

Ce phénomène apparaît fréquemment en Mars. Ceci explique pourquoi la végétation est en avance dans la partie occidentale du Pays de Caux (les pommiers commencent à fleurir une à deux semaines plus tôt) et apparaît légèrement différente sur la carte de végétation, comme nous avons pu le constater.

Pour les autres types de temps, il existe peu de différences d'un endroit à un autre.

B)- Le printemps est un peu plus précoce que dans le Cotentin.

Le réchauffement touche d'abord l'Ouest, puis l'Est du Pays de Caux.

Réchauffement en Mars par rapport à Janvier.

Réchauffement en Mars par rapport à Janvier

| | <u>1970-73</u> | | <u>1960-70</u> | |
|------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | <u>In</u> | <u>Ix</u> | <u>In</u> | <u>Ix</u> |
| Goderville | 0°6 | 3°5 | 1°8 | 3°8 |
| Auzebosc | - 0°1 | 2°8 | 1°3 | 3°3 |
| Auffay | - 1° | 3°3 | | |

Réchauffement d'Avril par rapport à Janvier

| | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| Goderville | 3°3 | 5° | 4°2 | 6°8 |
| Auzebosc | 2°7 | 5°2 | 3°3 | 6°6 |
| Auffay | 2°9 | 5°7 | | |
| Laupertus | 2°7 | 2°1 | | |

Auffay, plus à l'Est qu'Auzebosc, garde des nuits froides jusqu'en Avril, mais les maxima augmentent plus vite.

C)- Les étés restent frais.

Sauf sur la côte, le mois de Juin est plus chaud que Septembre (comme dans le Cotentin oriental).

Moyenne des maxima (1961-1970)

| | <u>Juin</u> | <u>Juillet</u> | <u>Août</u> | <u>Septembre</u> |
|------------|-------------|----------------|-------------|------------------|
| La Hève | 16° | 19°5 | 19°5 | 16°7 |
| Goderville | 20°7 | 21°5 | 21°1 | 19°7 |
| Auzebosc | 19°1 | 20°5 | 20°3 | 18°8 |

Les étés sont plus frais que dans l'Est du Cotentin :

- latitude plus septentrionale,
- air de secteur Ouest à Nord venant de la mer.

Moyenne des maxima de température 1970-1973

| | <u>Août 1970-73</u> | <u>Juillet</u> | <u>Août 1961-70</u> |
|------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Goderville | 20°9 | 21°5 | 21°1 |
| Auzebosc | 21°7 | 20°5 | 20°3 |
| Auffay | 22°2 | | |
| Le Holay | 22°2 | | |

En raison des types de temps anormalement chauds du mois d'Août 1973, la moyenne des maxima d'Août est supérieure, pendant ces quatre années, à celle de Juillet. Dans ce cas précis, les températures augmentent de l'Ouest vers l'Est. Les anticyclones envoient sur la région un air continental d'Est ou de Sud-Est. Le maximum absolu atteint :

31°3 à Sainte-Adresse (la vallée de la Seine
orientée Sud-Est - Nord-Ouest canalise
la chaleur)

30°8 à Goderville

31°6 à Auzebosc

32° à Auffay.

En 1973, le nombre de jours où la température a été égale ou supérieure à 25° augmente aussi de l'Ouest vers

l'Est : 17 à La Hève
 20 au Tréport
 26 à Goderville
 30 à Auzebosc
 34 à Auffay
 50 à Etrépagne dans le Vexin normand.

Les anticyclones continentaux sont plus chauds dans le Pays de Caux que dans le Cotentin : influence de la mer.

Au cours des 26 mois de Juillet ou d'Août (1961-1973), Auzebosc n'a été que 7 fois plus chaud que Goderville, plus proche, pourtant, de la mer. La nébulosité doit y être plus forte. On ne peut comparer l'insolation d'Auzebosc qu'à celle des stations côtières (aucun relevé n'existe à Goderville).

Moyenne annuelle de la durée d'insolation (1970-1971)

| | |
|----------|-------------|
| La Hève | 1868 heures |
| Dieppe | 1707 " |
| Auzebosc | 1660 " |

Durée totale de l'insolation pour les six mois
de Juillet et d'Août 1970-1971-1973

| | |
|----------|--------------------------------------|
| La Hève | 1342 heures (Août 1973 : 236 heures) |
| Auzebosc | 1238 " (Août 1973 : 243 heures) |

Le déficit d'insolation d'Auzebosc par rapport à La Hève survient surtout lorsque des anticyclones dirigent un air de Nord ou de Nord-Est (le réchauffement de la masse d'air, à la base, crée des phénomènes d'instabilité qui favorisent la nébulosité). Par contre, lorsque l'air vient du Sud ou du Sud-Est, l'insolation est la plus élevée, surtout celle du littoral de la baie du Havre.

5)- Evolution des températures vers l'Est.

Mois de 1970-1971

| | <u>Moyenne des minima</u> | | <u>Moyenne des maxima</u> | |
|-----------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | <u>Goderville</u> | <u>Auzebosc</u> | <u>Goderville</u> | <u>Auzebosc</u> |
| Septembre | 10°2 | 9°6 | 19°7 | 18°8 |
| Octobre | 7°2 | 6°9 | 15°8 | 14°9 |
| Novembre | 3°6 | 3°2 | 10°1 | 9°4 |

Les températures restent douces plus longtemps à Goderville (influence maritime) qu'à Auzebosc. Ce phénomène apparaît très nettement au mois d'octobre. Pour le mois de 1970-1973, la moyenne des températures du mois d'octobre si on va de l'Ouest vers l'Est :

| | Tn | Tx | Moyenne |
|------------|-----|------|---------|
| Goderville | 6°4 | 15°2 | 10°8 |
| Auzebosc | 5°8 | 14°9 | 10°4 |
| Auffay | 5°4 | 14°8 | 10°1 |

Signalons, à titre de comparaison, les chiffres relatifs aux régions déjà étudiées :

| | | | |
|--------------|-----|------|------|
| Bricquebec | 7°9 | 15° | 11°5 |
| Baupte | 6°3 | 15°7 | 11° |
| Condé / Vire | 5°4 | 16°6 | 11° |
| Le Molay | 5°7 | 16°7 | 11°2 |
| St-Hilaire | 4°8 | 15°2 | 10° |

L'automne, dans le Pays de Caux, apparaît plus frais que dans le Cotentin, mais plus chaud que dans le Sud du département de la Manche. L'influence océanique subsiste plus longtemps vers l'Est (La Manche favorise ce phénomène) que vers le Sud.

Les températures diminuent régulièrement vers l'Est et sans doute vers le Nord. Malheureusement, aucune station ne relève les températures à l'Est de Dieppe. Une station comme Le Tréport, pourtant située au bord de la mer, compte 51 jours de gel, en moyenne, par an.

E)- Le Pays de Caux est éventé dans la moitié occidentale.

Seule, la carte de la déviation des arbres permet de l'affirmer puisqu'il n'existe aucun relevé.

F)- Les précipitations de saison froide diminuent de l'Ouest vers l'Est.

La répartition des précipitations au cours de l'année est très caractéristique : les pluies de saison chaude ont

à peu près partout la même abondance. Les précipitations de saison froide diminuent vers l'Est.

- L'établissement des blocages sur l'Est de la Normandie empêche l'arrivée de l'air maritime humide.

- La proximité de la Manche favorise les pluies de saison froide (la mer est plus chaude que le continent).

Hauteur des précipitations (1951-1970)

| | <u>Octobre à Mars</u> | <u>Avril à Septembre</u> |
|------------|-----------------------|--------------------------|
| Goderville | 617 mm | 428 mm |
| Solbec | 560 mm | 427 mm |
| Muzebosc | 534 mm | 404 mm |
| Baupta | 531 mm | 356 mm |

Nous ne parlerons pas du nombre de jours de précipitations. Cette notion est précise dans les stations contrôlées par la météorologie Nationale et dans quelques synoptiques. Ailleurs, le nombre de jours est inférieur ; en effet, les pluies, de 0,1 et 0,2 mm, ne sont pas toujours comptabilisées. Cette appréciation dépend de l'observateur. On compte de 150 à 180 jours de précipitations.

Beaucoup de renseignements nous manquent. L'originalité du Pays de Caux est surtout due :

1°- à un mois de Décembre assez froid,

2°- à l'influence des situations de blocage en hiver qui refroidissent la partie orientale et, sans doute, septentrionale du Pays de Caux,

3°- aux précipitations abondantes. Mais elles diminuent en hiver vers l'Est et le Nord.

IV- DES RÉGIONS MARITIMES ABRITÉES : LA PLAINE DE CAEN
ET LE NORD DU PAYS D'AUGE.

Actuellement, les températures sont relevées à Carpiquet (56 mètres d'altitude), et à Lieury, près de Saint-Pierre-sur-Dives.

Quatre stations ont fonctionné conjointement pendant une période assez longue :

Caen-La Maladrerie (40 m)
Sainte-Honorine-du-Faye (116 m)
Lisieux (23 m)
Fresné-la-Mère (95 m).

Lieury, Sainte-Honorine-du-Faye, Fresné-la-Mère et même Lisieux représentent les limites Sud et Est des régions que nous étudierons dans ce paragraphe.

Fidèle à notre principe de comparer les stations uniquement pendant les périodes où elles ont fonctionné conjointement, nous étudierons séparément les deux séries.

A)- L'étude des températures à Carpiquet et à Lieury.

Carpiquet fonctionne depuis 1946. La moyenne 1931-1960 est donc une extrapolation effectuée grâce aux relevés de La Maladrerie.

Moyenne des minima de température

| | <u>1946-1973</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1970-1973</u> | |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | | <u>Carpiquet</u> |
| J | 1°3 | 1°3 | 1°8 | 0°6 |
| F | 1°4 | 1°3 | 2° | 0°8 |
| M | 2°7 | 2°9 | 1°9 | X |
| A | 4°8 | 4°7 | 5° | 4°6 |
| M | 7°7 | 7°6 | 7°8 | 6°8 |
| J | 10°1 | 10°1 | 10° | 10°7 |
| Jt | 12°1 | 12° | 11°9 | 11°2 |
| At | 12°3 | 12°1 | 12°3 | 11°2 |
| S | 10°6 | 10°7 | 9°8 | 8°3 |
| C | 7°5 | 7°6 | 6°8 | 4°4 |
| N | 4°4 | 4°3 | 4°7 | 2°8 |
| D | 2°2 | 2°2 | 2°4 | 0°6 |

Les différences sont insignifiantes entre les deux moyennes 1946-1973 et 1951-1970. Les écarts apparaissent plus importants au cours de la période 1970-1973 mais restent inférieurs à 1°.

En automne, les minima de Lieury sont nettement plus faibles que ceux de Carpiquet (2°4 en octobre). En avril, les différences sont insignifiantes (0°4). La proximité de la mer à Carpiquet explique les écarts entre les deux stations.

Le nombre de jours de gel est, pour cette raison, beaucoup plus élevé à Lieury. Pour 1970-1972-1973, il atteint, en moyenne, environ :

- 35 à Carpiquet (44 pour la moyenne 1946-1973)
- 67 à Lieury (près du double)
- 43 à Saint-Gatien.

A Carpiquet, la date de la première gelée varie entre le 6 Octobre et le 24 Décembre. Cinq fois sur vingt-huit, elle survient le 20 Octobre. La médiane correspond au 30 Octobre. Le gel est rare en Octobre : un jour en moyenne. Mais on compte :

| | | |
|-----|-------|-------------|
| 4 | jours | en Novembre |
| 8 | " | Décembre |
| 12 | " | Janvier |
| 10 | " | Février |
| 7 | " | Mars |
| 2 | " | Avril |
| 0,1 | " | Mai |

Le gel disparaît définitivement entre le 8 Mars et le 29 Mai. La médiane correspond au 11 Avril. La durée entre la première et la dernière gelée a varié de 112 jours (hiver 1970-1971) à 186 jours (hiver 1948-1949). Au cours de la même période, on n'a pas relevé de gelée à Cherbourg pendant l'hiver 1956-1957.

Maxima de température

| | <u>1946-1973</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1970-1973</u> | |
|----|------------------|------------------|------------------|------|
| | <u>Carpiquet</u> | | <u>Lieury</u> | |
| J | 7° | 6°9 | 7°5 | X |
| F | 7°7 | 7°6 | 8°2 | 8°2 |
| M | 11° | 10°7 | 10°4 | 10°8 |
| A | 13°2 | 13°1 | 12°2 | 13° |
| M | 16°7 | 16°6 | 16°6 | 17°4 |
| J | 19°5 | 19°6 | 19°2 | 19°9 |
| Jt | 21°6 | 21°4 | 21°3 | 22°1 |
| At | 21°5 | 21°4 | 21°7 | 22°4 |
| S | 19°5 | 19°7 | 19°8 | 20°3 |
| O | 15°8 | 15°8 | 15°9 | 16° |
| N | 10°7 | 10°6 | 11°3 | 11°5 |
| D | 7°9 | 8° | 7°8 | X |

Les maxima à Lieury sont supérieurs à ceux de Carpiquet dès le mois de Mars et jusqu'au mois de Septembre. En Juillet, l'écart atteint 0°8. Mais Lieury n'apparaît guère plus chaud que les autres stations du Cotentin ou du Bessin. Les moyennes des maxima entre Le Molay et Lieury sont peu différentes :

| | | |
|---------------------|----------|--------------|
| Moyenne 1970-1973 : | Le Molay | 22°2 en Août |
| | Lieury | 22°4 |
| Moyenne 1966-1970 : | Le Molay | 22°2 |
| | Lieury | 21°6 |

Le maximum absolu, dans tout le Calvados, en Août 1973, a été enregistré à Lieury, à l'exception de La Cote (Englesqueville : 25°1) et de Saint-Désir-de-Lisieux, à la limite orientale du département.

Le maximum absolu de température, enregistré à Caen, atteint : 35°8 le 29 août 1951.

Le minimum absolu : - 14°5, le 26 février 1963.
Plus de 50° séparent ces deux extrêmes.

A Carpiquet, les températures sont sensiblement en Juin et Septembre. Mais, de 1970 à 1973, Septembre a été plus chaud que Juin qu'à Lieury. A Lieury, de 1966 à 1973, la différence entre les deux mois est également très faible :

| | |
|-----------|------|
| Juin | 20°3 |
| Septembre | 20° |

B)- ~~L'absence des températures à La Cote-due, Saint-Désir-de-Lisieux, et à La Cote-due.~~

De 1931 à 1939, les quatre stations fonctionnent conjointement. Il est impossible de comparer ces moyennes

avec les précédentes : Décembre, en particulier, est beaucoup plus froid. Trois années furent très rigoureuses : Décembre 1933, Décembre 1938, Décembre 1939. Mais la moyenne pour les trois mois d'hiver n'est pas éloignée de la moyenne 1951-1970 :

| | |
|-----------------------|----------------------|
| La Maladrerie | 1°4 |
| Deauville | 1°2 (un mois manque) |
| Fresné-la-Mère | 1° |
| Lisieux | 1° |
| Sainte-Honorine-du-F. | 0°9 |
| Vire | 1° |
| Flers | 0°9 |

Il faut tenir compte de la différence d'altitude. A Caen, voici la température comparée à celles de trois stations voisines :

| | |
|-----------------|------------|
| La Maladrerie | 1°4 |
| Fresné-la-M. | 1°3 |
| Sainte-Honorine | 1°1 |
| Lisieux | 0°8 ou 0°9 |

Les écarts mutuels sont moindres qu'entre Carpiquet et Lieury.

L'examen de ces chiffres permet les hypothèses suivantes :

1°- Dans toute la région, les écarts entre les minima seraient inférieurs à 1°5.

2°- La partie la plus proche de la côte paraît légèrement plus chaude.

3°- La partie orientale (Lisieux) aurait des hivers plus rigoureux.

4°- Les lieux les plus bas auraient des minima inférieurs (Lisieux et fort probablement la Vallée d'Auge).

Des mesures effectuées pendant une dizaine de jours ont donné les résultats suivants :

- Les minima d'Annebault, au Nord du Plateau d'Auge, sont inférieurs de 0°5 à ceux de Carpiquet, car l'altitude est supérieure de 50 mètres.

- Par temps anticyclonique froid, les minima du Plateau d'Auge (145 m d'altitude) sont plus élevés de 2° environ que ceux de la vallée de la Dives.

Les nombreuses inversions de température expliquent l'égalisation des minima au cours de l'hiver. En 1938, par exemple, les minima ont atteint :

- 17°7 à Caen - La Maladrerie
- 15°1 à Fresnoy-la-Tour
- 15°3 à Lisieux
- 13°7 à Sainte-Honorine.

Un autre exemple d'inversion de température a été relevé le 1er Janvier 1972. On note, vers onze heures du matin :

- 0°6 à Amfréville, en pleine campagne
- + 0°2 à Colombelle
- + 0°6 à l'Abbaye-aux-Dames, dominant la vallée
- 0°1 en plein centre de Caen, place de la Résistance.

Aucun verglas ne recouvrait la route du plateau de Bénouville à Caen. Or, au moment même de nos mesures, une automobile, avec toute une famille de gitans, dérapait sur la route bordant l'Orne et tombait dans le fleuve.

La variété des microclimats paraît le facteur le plus important pour expliquer les nuances de cette région. La proximité de la mer joue un rôle secondaire pour expliquer les températures, à la différence des autres régions précédemment étudiées. Par contre, les maxima d'hiver traduisent bien l'éloignement par rapport à l'Océan :

l'Ouest est plus chaud, l'Est plus froid :

| | |
|----------------------|-----|
| Sainte-Honorine | 8°1 |
| Caen - La Maladrerie | 8° |
| Fresné-la-Mère | 7°6 |
| Lisieux | 7°1 |

Les écarts sont les plus importants en Décembre : 1°2 entre Sainte-Honorine et Lisieux (influence des bocages). En Février, la proximité de la mer semble jouer le rôle le plus important. La station la plus froide est Fresné-la-Mère.

Au printemps, dès le mois d'Avril, les maxima de température des stations de l'intérieur deviennent égaux ou supérieurs à ceux de Caen. En Mai, Lisieux, la station la plus chaude, a des maxima supérieurs de plus d'un degré ; en Juin, de plus de deux degrés.

Les températures à Fresné-la-Mère montent plus vite que celles de Caen - La Maladrerie. Les maxima sont supérieurs de :

- + 0°2 en Avril
- + 0°6 en Mai
- + 0°5 en Juin
- + 0°1 en Juillet
- 0°1 en Août
- 0°8 en Septembre.

Les chiffres sont donnés à titre indicatif car les maxima relevés dans les stations bénévoles sont souvent supérieurs à ceux des stations dirigées par la Météorologie Nationale. Par contre, l'évolution est très caractéristique : l'influence de la mer est nette à Caen - La Maladrerie ; les températures montent moins vite au printemps et demeurent plus élevées au début de l'automne.

Les variations des températures de Sainte-Honorine et de La Maladrerie au cours de l'année restent identiques, sauf de Juillet à Octobre ; les températures de Sainte-Honorine deviennent alors inférieures à celles de La Maladrerie :

- 0°8 en Juillet
- 0°5 en Août
- 1° en Septembre
- 1°6 en Octobre
- 0°1 en Novembre.

En résumé, sur le plan régional, les températures diffèrent de deux façons :

1- Vers le Sud :

- la montée des températures est plus précoce au printemps ;
- les maxima, en été, sont à peu près partout les mêmes ;
- en automne, le refroidissement devient plus précoce.

2- Vers l'Est :

- les hivers sont plus froids,
- les températures du printemps s'élèvent plus vite,
- les maxima apparaissent plus forts en été.

Les minima de température, particulièrement en hiver, dépendent surtout des conditions locales ; les inversions de température se multiplient.

L'insolation, à Carpiquet, est assez voisine de celle des autres stations de Normandie. Depuis 1970, elle vaut en moyenne :

1744 h à Carpiquet (moyenne 1946-1973 : 1846 heures)
1699 h à Boos
1840 h à Evreux
1663 h à Alençon (valeur inférieure à l'insolation réelle, d'après ARLERY).

Carpiquet est donc moins ensoleillée que la côte occidentale du Cotentin ou du Caux ou que la région d'Evreux. Mais son insolation est supérieure à celle du Bocage et vraisemblablement d'Alençon.

C)- Les précipitations.

La région est soumise à des influences diverses. Les précipitations, sur toute la Normandie, sont surtout apportées par des perturbations qui viennent d'Ouest ou de Sud-Ouest. Aussi, la hauteur de la lame d'eau dépend-elle surtout de la position par rapport aux flux d'Ouest ou de Sud-Ouest, et secondairement de la distance à la côte (flux de Nord-Ouest et de Nord).

1- L'influence de la position de la station par rapport au flux d'Ouest et de Sud-Ouest.

Trois raisons expliquent la faible pluviosité de la Plaine de Caen et de la vallée de la Dives :

1°- Dans cette région peu élevée, en contrebas du Bocage, l'air venant d'Ouest ou de Sud-Ouest s'affaïsse.

2°- Les forces de frottement sont réduites sur une surface plane, comparativement aux régions précédemment traversées. La vitesse du vent s'accélère donc et entraîne l'affaïssement de la masse d'air.

3°- Les précipitations diminuent lorsque la trajectoire des cyclones contourne la Normandie.

Les lames, comprises entre 600 et 750 mm, paraissent médiocres comparées à celles du Cotentin ou du Pays de Caux.

Carniquet : 713 mm par an (1961-1970), 681 mm (1946-1973)
Douvres : 705 mm

Pour la période 1966-1970, les stations sont plus nombreuses :

| | |
|--|--------|
| Carniquet | 683 mm |
| Caen-M | 721 mm |
| Caen - Aériel (station aéroport intégrée dans cette région climatique) | 656 mm |
| Licury | 638 mm |

Les chiffres cités par D. G. S. V pour la période 1961-1970 sont comparables :

| | |
|----------------------|---|
| Caen - La Maladrerie | 663 mm |
| Euistrenam | 660 mm |
| Caen-Honorine-du-F. | 731 mm bordure |
| Falaise | 745 mm " |
| Reffences | 702 mm vallée de la Mance,
affluent de la Dives. |

Plateau d'Augé :

| | |
|---------------|--------|
| Annebault | 759 mm |
| Caen - Aériel | 656 mm |
| Lisieux | 796 mm |

Les bordures, comme Sainte-Honorine, sont plus arrosées en raison de l'influence du bocage.

Les hauteurs du Pays d'Auge forment un bloc humide grâce à l'altitude (plus grande que celles des vallées de l'Orne et de la Dive). Un air d'Ouest ou de Sud-Ouest s'élève donc à nouveau. Cette ascendance favorise parfois la régénération d'un front. La région la plus arrosée doit être légèrement en retrait de la cuesta du Pays d'Auge (St-Ouen-le-Pin). Le Nord du Pays d'Auge reçoit entre 750 et 800 mm de pluie environ.

2- L'influence de la position de la station par rapport au flux de Nord.

Comme nous l'avons déjà mentionné, il est assez difficile de définir la bande côtière arrosée, dans cette région. Par flux de Nord-Ouest, les précipitations ne doivent guère augmenter de Caen au Pays d'Auge, car la direction de la côte Nord-Ouest - Sud-Est est peu favorable. Par contre, après la Dive, les conditions deviennent plus favorables. Cette raison explique, sans doute, les précipitations plus élevées à Pont-l'Evêque (895 mm pour la période 1891-1930). Par flux de Nord ou de Nord-Est, la partie occidentale devient alors plus arrosée. La carte R p. 598, réalisée avec les chiffres de la dernière décade de Décembre 1970 (flux de Nord ou de Nord-Est), montre bien la bande arrosée qui passe par La Maladrerie, Saint-Ouen-du-Mesnil, Dozulé. Carpiquet reçoit moins de précipitations que La Maladrerie par ce type de temps. Ceci expliquerait la moyenne infé-

rieure de Carpiquet comparée à celle de La Maladrerie au cours de la période 1966-1970.

L'air arctique vient très souvent du secteur Nord, et Caen est alors située dans la bande la plus arrosée. Pour cette raison, on recueille davantage de précipitations à Carpiquet qu'à Cherbourg-Chantereyne, proche de la mer. De plus, le sol calcaire de la Campagne de Caen se réchauffe et se refroidit plus vite que le sol des régions voisines. Il provoque une petite dépression locale, surtout par temps chaud, qui favorise les phénomènes d'instabilité et permet l'accroissement des précipitations liées à un air arctique instable, ou au passage d'une dépression ou d'un centre de perturbation au-dessus de la Normandie. Mais les types de temps de Nord sont rares.

3- Répartition des pluies au cours de l'année.

Cette région conserve encore beaucoup de caractères océaniques :

1°- Les pluies d'Octobre à Mars pour la période 1951-

1970 sont les plus abondantes de l'année.

2°- L'automne est un peu plus arrosé que l'hiver, mais le mois de Décembre (mois où les blocages sont nombreux pendant cette période) est toujours plus humide que le mois de Janvier. A Lisieux, il y a à peu près égalité de précipitations entre l'été et l'hiver. L'influence des blocages, pour expliquer la baisse de pluviosité en Décembre, est la même que celle qui agit sur la pluviosité en Janvier.

L'été reste une saison médiocrement arrosée : de 20 à 25 % des précipitations de l'année.

Le printemps est toujours la saison la plus sèche.

Les écarts entre les stations s'expliquent par des conditions d'exposition ou de relief variées et non par une action différente des types de temps, comme dans le Pays de Caux par exemple.

D)- Les brouillards

Le nombre de jours de brouillard est supérieur, certes, à celui des régions côtières, mais reste médiocre. Il est inférieur à 50 jours en moyenne, dans l'ensemble de la région, sauf sur deux sites :

1)- La Campagne de Caen, pour deux raisons :

- refroidissement plus important que sur les régions voisines, en hiver ;

- effet de brise de mer, en été. En Août 1973, par exemple, il y a eu 16 jours de brouillard à Carpiquet.

2)- la vallée de la Dives, à cause de la forte humidité liée à la présence des marais. La fréquence des brouillards augmenterait pendant l'automne et l'hiver, les deux saisons les plus humides.

Le nombre de jours de brouillard, pour la période 1970-1973, atteint :

| | |
|---------------|----------------------------|
| Douvres-la D. | 36 jours en moyenne par an |
| Dozulé | 42 |
| Carpiquet | 72 |

Pour la période 1946-1973, la moyenne n'est que de 56.

La différence vient surtout du nombre de jours de brouillard important en été (peu de perturbations, temps anti-cycloniques assez nombreux, brises de mer fréquentes).

De 1946 à 1969, il y a en moyenne, de Juillet à
Septembre : 12 jours de brouillard,
23 jours de 17 à 1973.

2) - Les vents

Les vents restent modérés sur cette région, sauf
quand les forces de frottement y sont faibles (vallée de
la Loire, surtout en hiver).

La vitesse moyenne varie peu d'une année à l'autre.
Il est intéressant de comparer la vitesse à Carpiquet avec
celle d'autres stations pendant les mêmes périodes :

| | |
|-----------------------|---------|
| Carpiquet (1946-1973) | 4,4 m/s |
| Angoulême | 3,8 |
| La Rochelle | 3,6 |
| La Mède | 6,1 |
| Carpiquet (68-72) | 4,4 m/s |
| Angoulême | 4,3 |
| La Rochelle (68-72) | 3,7 m/s |
| La Mède | 6,1 |
| Carpiquet (68-72) | 4,6 m/s |
| Angoulême | 2,5 |

La vitesse moyenne à Coen est de 4,8 m/s

La vitesse moyenne à Coen est de 4,8 m/s. Elle est
comparable à celle de La Rochelle, qui est de 6,1 m/s.
La vitesse moyenne à La Rochelle, qui est de 6,1 m/s, est
comparable à celle de La Mède, qui est de 6,1 m/s.
La vitesse moyenne à La Mède, qui est de 6,1 m/s, est
comparable à celle de La Mède, qui est de 6,1 m/s.
La vitesse moyenne à La Mède, qui est de 6,1 m/s, est
comparable à celle de La Mède, qui est de 6,1 m/s.
La vitesse moyenne à La Mède, qui est de 6,1 m/s, est
comparable à celle de La Mède, qui est de 6,1 m/s.
La vitesse moyenne à La Mède, qui est de 6,1 m/s, est
comparable à celle de La Mède, qui est de 6,1 m/s.

de la mer, mais abritée par des collines, subit des vitesses moyennes inférieures à celle de Carpiquet.

La rose de Carpiquet nous montre la prépondérance des vents SSW à NNW (R p. 599). La direction NNE correspond à la direction de la brise de mer. La rose des vents de plus de 14 m/s souligne combien les vents d'Ouest peuvent être violents. Les vents de secteur Nord sont faibles. Une partie de ces vents d'Ouest arrivent de la Manche et sont déviés sur la gauche. D'où leur force importants. Ceux de NNE sont doux ; ils correspondent à la brise de mer (4 m/s en moyenne), ou à des anticyclones. Par contre, les vents d'Ouest et de Sud-Ouest descendant des collines deviennent plus rapides en arrivant sur la plaine de Caen.

Sur toute la région que nous venons d'étudier, on constate une certaine uniformité du climat :

1°- La côte du Calvados, en retrait par rapport au Cotentin ou au Pays de Caux, reçoit moins de vents marins. Seul, le secteur Nord, moins humide et plus frais, pénètre facilement.

2°- Le bocage normand crée une barrière qui gêne la pénétration des influences méridionales. Le réchauffement commence tardivement et reste limité en été.

Les conditions locales (position, relief) expliquent les différences climatiques d'un endroit à un autre, en particulier la pluviosité plus ou moins forte.

CONCLUSION

Sur toute cette Normandie maritime, la proximité de la Manche favorise les vents forts, les températures modérées tant en hiver qu'en été, les précipitations importantes presque partout. Seuls, la partie orientale du Pays de Caux et le Sud du département de la Manche perdent un peu ces caractères : les températures y apparaissent plus contrastées.

*

* *

SECTION 2

LES RELIEFS DE L'INTERIEUR

Les influences climatiques de l'Ile-de-France ou du Bassin de la Loire y pénètrent plus facilement. Une barrière formée de collines ou de forêts s'oppose, par contre, à la pénétration de l'air maritime. Seule, la vallée de la Seine constitue un trait d'union entre ces deux ensembles.

I- LA VALLÉE DE LA SEINE

Les routes climatologiques ont fonctionné simultanément. La station de la Météorologie Nationale, Rouen, offre le plus de renseignements. Mais son emplacement a changé en 1968 ; Joos et Rouvray n'ont pas effectué d'observations pendant une période commune. Dans leur revue,

Bulletin climatologique de Haute Normandie, les observateurs ont assimilé les deux séries. Aucune ressemblance n'existe pourtant entre les deux sites. Boos s'étend sur un plateau dégagé, en bordure de la vallée de la Seine, à 155 mètres d'altitude. Rouvray, au contraire, était installé dans un méandre, au Sud de Rouen, à 68 mètres, à l'abri des vents.

La comparaison des deux stations permet d'étudier les nuances entre le fond et le bord de la vallée.

A)- Des nuances climatiques existent entre le fond et le bord de la vallée.

Il est impossible de comparer tous les chiffres absolus des deux stations. Elles n'ont pas fonctionné à la même époque. Certaines différences apparaissent toutefois.

Comparaison des relevés des deux stations :

Rouvray et Boos

| | <u>Rouvray</u> | <u>Boos</u> |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| | <u>1946-1965</u> | <u>1969-1973</u> |
| | (20 ans) | (5 ans) |
| Moyenne annuelle | | |
| des Tn | 6° | 5°6 |
| Tx | 14°7 | 14° |
| $\frac{Tn + Tx}{2}$ | 10°4 | 9°9 |
| Nombre de jours de gel | | |
| sous abri | 58 (1945-1965) | 59 |
| au sol | 92 " | 104 |
| Valeur moyenne des précipitations | 673 mm | 670 mm |

| | <u>Rouvray</u> | <u>Boos</u> |
|---|----------------|-------------|
| Nombre de jours de précipitations | | |
| supérieurs à 0,1 mm | 166 | 179 |
| à 1 mm | 118 | 119 |
| à 5 mm | 45 | 47 |
| à 10 mm | 18 | 17 |
| Nombre de jours de | | |
| chute de neige | 13 (1945-1965) | 23 |
| Sol couvert de neige | 9 | 15 |
| Nombre de jours de brouillard | 79 | 134 |
| Insolation annuelle (heures) 1953 (1948-66) | | 1198 |
| Nombre moyen de jours de vent où la | | |
| vitesse est supérieure à | | |
| 16 m/s | 25 | 52 |

L'altitude moyenne est plus forte à Rouvray ; les minima sont plus bas, les maxima plus élevés qu'à Boos. La situation des chiffres de Grand-Lucvilly (à 61 mètres d'altitude, station située à l'est de Rouvray) est voisine de ceux de Boos confirmant ce caractère.

Pendant les deux années 1952-1953, la moyenne des minima de Boos dépasse de + 0,8 degré la Grand-Lucvilly. Par contre, les maxima sont inférieurs de 1°.

En ce qui concerne la situation des minima inférieurs à ceux de Boos. Le nombre de jours de gel est de 123 à Boos, 124 à Grand-Lucvilly sur le plateau :

51 à Boos

13 à Grand-Lucvilly.

L'air froid stagne dans le fond de la vallée alors que l'air chaud remonte vers le plateau. Le gel est donc plus fréquent sur le plateau. Le gel n'est enregistré que des interruptions

dues au relief et reste toujours plus froid en hiver sur le plateau.

Au cours des années 1946-1968, la date de la première gelée a varié entre le 9 Octobre et le 27 Novembre à Rouvray.

La date de la dernière gelée oscille entre le 25 Mars et le 23 Mai. La comparaison de ces dates avec celles des autres stations montre le caractère très tempéré de Rouen.

Pour la période 1945-1960, la première gelée automnale survient le plus souvent :

le 1er Novembre à Rouvray,
le 31 Octobre à Carpiquet,
le 22 Octobre à Alençon,

mais beaucoup plus tard dans les stations côtières :

le 30 Novembre à La Hève,
le 25 Décembre à Chantereyne.

On observe, en moyenne, la dernière gelée printanière :

le 14 Avril à Rouvray,
le 4 Avril à Caen,
le 29 Avril à Alençon,
le 20 Mars à La Hève,
le 20 Février à Chantereyne.

Ces dates soulignent la douceur des stations côtières. Par contre, les écarts entre Caen et Rouen paraissent faibles, surtout en automne. La durée du gel augmente beaucoup à l'intérieur (Alençon). Rouvray ignore, à la différence de Caen, les gelées qui ne commencent qu'en Décembre ou se terminent dès le 8 Mars.

Au cours de la décade 1961-1970, les dernières gelées ont été plus tardives.

Les maxima de température sont plus élevés dans la vallée (altitude plus basse, air chauffé par deux versants, ventilation plus médiocre).

Au cours des années 1972-73, on note, en moyenne :

20 jours égaux ou supérieurs à 25° à Bons.

29 à Grand-ucvilly.

Les précipitations diffèrent également dans la vallée et sur le plateau.

Pour une hauteur analogue des précipitations, les jours de pluie sont plus nombreux à Soos qu'à Rouvray. Cet excédent correspond aux jours où les précipitations sont inférieures à 1 mm ; lors qu'un air très ou saturé s'élève, la condensation survient sous forme de crachin et de brouillard. Le nombre de jours de brouillard est presque le double à Soos qu'à Rouvray.

En 1972 et 1973, Boos connaît davantage de jours plus vieux et a reçu une lame d'eau plus importante :

176 ju. 20 et .49 m. 2. 5005

142 602 mm à Grand-Juevilly

152 617 mm aux Andelys

103 590 mm à Louviers:

Comme de 1968 à 1973, la pluviométrie a été plutôt médiocre ; on peut estimer que nous reçoit 30 à 50 mm de plus que Rouvray.

La vitesse du vent est beaucoup plus forte à Bons que dans la vallée. La comparaison des roses des vents (R p. 600) souligne l'influence de la position et du site.

A Rouvray, la fréquence des vents d'ouest et de

Sud-Ouest l'emporte. Les forêts, au Sud et à l'Est de la station, la protègent des vents qui soufflent de ces directions. Les masses d'air d'Ouest ou de Sud-Ouest contournent le méandre convexe et prennent une direction Ouest-Sud-Ouest. Les hauteurs formant le méandre concave abritent la station des vents de Nord-Ouest à Est.

A Boos, des directions privilégiées apparaissent :

- le Sud. Boos est située dans le prolongement de la vallée de l'Eure. Les masses d'air venant du secteur Sud se scindent en deux : les unes s'infléchissent vers l'Ouest en suivant la vallée de la Seine et arriveront au site du Moulin à Vent (Ville Nouvelle du Vaudreuil) du Sud-Est. Les autres grimpent sur le plateau et expliquent ainsi la fréquence des vents de Sud à Boos.

- le Nord-Est. Aucune forêt importante ne freine la vitesse du vent. D'autre part, la pente générale du relief favorise cette orientation des courants.

Au site du Moulin à Vent, dans la ville nouvelle du Vaudreuil, les vents de secteur Nord-Ouest et secondairement de Sud-Est l'emportent. Ces directions sont imposées par la forme de la vallée (p. 169 : La Ville Nouvelle du Vaudreuil, Documentation 1973).

Ces trois exemples soulignent bien le caractère local d'une rose des vents.

Le vent faible du fond de la vallée, sa direction, soulèvent le grave problème de la pollution à Rouen.

Les usines situées le long de la Seine, surtout en aval de Rouen, émettent en abondance : acides nitriques,

syulfuriques, chlorhydriques, fluorhydriques ... oxyde de carbone, poussières. Les polluants atteignent la ville et y stagnent le plus souvent.

De nombreuses causes aggravent la pollution :

1- La vitesse du vent.

Dans le site de moindre encaissement occupé par Rouen, la dénivellation entre le fond de la vallée et les bords du plateau atteint 140 à 150 mètres. La vitesse doit être suffisante pour que l'air ne stagne pas dans la ville mais soit capable d'escalader la falaise. Les études effectuées par M. BENARIE (Essai de provision synoptique de la pollution par l'acidité forte dans la région rouennaise, Atmospheric Environment, vol. 4, n° 3, 1961, pp. 743-747) estiment qu'un vent de moins de 3 m/s soufflant pendant 24 heures sur Rouen provoque la pollution. Or, la vitesse moyenne à Rouvray atteint 2,4 à 2,6 m/s.

Pour la période 1960-1967, la vitesse était inférieure à 2 m/s dans 36 % des cas. Il serait intéressant d'estimer la probabilité de la pollution. La vitesse du vent varie au cours de la journée et culmine entre 12 et 15 h. T.U.. Calculons le nombre de jours par an où la vitesse est inférieure à 3 m/s à 12 h. T.U.. (sondage effectué sur trois ans, 1958-1960). Nous obtiendront ainsi le nombre approximatif des jours pollués lorsque le vent est faible. Ce nombre atteint :

| |
|--------------------|
| 162 jours en 1958 |
| 164 jours en 1959 |
| 175 jours en 1960. |

Un jour sur deux, la faible vitesse du vent favorise la pollution.

2- La direction du vent dominant Sud-Ouest.

La position des usines, en aval de Rouen, dans une vallée orientée Sud-Ouest - Nord-Est, qui canalise le vent dominant, est très défavorable. Le vent de secteur Sud-Ouest (200 à 220°) entraîne les éléments polluants sur la ville. Dix-huit pour cent des vents viennent de ce secteur.

L'air du secteur Ouest (240 à 280) s'affaisse dans la cuvette et favorise au maximum la pollution. En effet, dans ce cas, très souvent un vent de Sud-Ouest, faible, remonte la vallée. L'air d'Ouest descendant des plateaux forme alors couvercle et empêche toute ascendance. Vingt-huit pour cent des vents soufflent de ce secteur.

La pollution serait plus élevée à Petit-Couronne par vent d'Ouest et à Rouen par vent de Sud-Ouest.

3- La forme de la vallée.

Lorsqu'un vent souffle parallèlement à l'axe de la vallée dont les largeurs vont croissant comme de la Gouille à Rouen ou d'Oissel à Rouen, l'air diverge, s'affaisse, et les éléments polluants restent à proximité du sol. La position et le site de Rouen accentuent donc la pollution. On peut estimer, si l'on tient compte de tous ces facteurs, qu'il y a un risque de pollution au moins deux jours sur trois.

Au Vaudreuil, les études effectuées sous la direction

de M. FACY, Ingénieur général de la Météorologie Nationale, montrant comment les vents s'élèvent perpendiculairement le long des falaises ou sont canalisés par la vallée (La Ville Nouvelle du Vaudreuil, p. 172). La dispersion des affluents s'effectue vers la Seine par vent de Sud. Ce vent de Sud, très stable, favorise la pollution par les usines situées dans la zone industrielle de Saint-Pierre-du-Vauvray.

Les études effectuées par l'I.N.R.A. (Institut National de Recherches Chimiques Appliquées), sous la direction de M. BENARIE, mettent en valeur le rôle de Rouen comme facteur de pollution du Vaudreuil dans deux cas :

- quand le vent souffle de secteur NW à N,
- quand la pollution dans la ville est forte.

Deux types de pollution existeraient au Vaudreuil :

1°- par régime anticyclonique, vent de Nord à Nord-Est avec des vitesses faibles : les polluants viendraient de Rouen ;

2°- dans les cas de basses couches instables surmontées d'une couche stable, la pollution des usines locales serait forte (La Ville Nouvelle du Vaudreuil, Documentation française, 1972).

A Port-Jérôme et surtout au Havre, le problème est un peu moins grave car l'air arrive de la mer dans la majorité des cas. La pollution s'explique surtout par la stabilité des masses d'air en cas d'anticyclone, lors d'inversions de température pendant la nuit, enfin par vent de Sud.

La pollution atmosphérique est donc grave dans la vallée de la Seine en raison des vents faibles, de la canalisation des vents par la vallée et des inversions nocturnes de la température.

Ce phénomène est certainement la conséquence la plus importante du climat local de la vallée de la Seine, dont voici les principaux caractères.

L'amplitude thermique est plus forte dans la vallée, la pluviosité très légèrement inférieure.

Il existe moins de jours de très faibles pluies et moins de brouillards que sur les plateaux.

Le vent y est plus faible.

B)- Le climat évolue progressivement de l'est à La Hève.

D'Est en Ouest se succèdent :

| | |
|----------------|-------|
| Les Andelys | 23 m |
| Louviers | 21 m |
| Bons | 155 m |
| Grand-Quevilly | 61 m |
| Jumièges | 30 m |
| Tancarville | 30 m. |

Cette dernière est installée à proximité du pont, à mi-versant, au-dessus des masses d'air froides stagnantes. L'échauffement de l'air est rapide quand le soleil tape sur la roche.

La Hève 100 m.

Trois de ces stations fonctionnent depuis 1961 au moins ; les autres sont beaucoup plus récentes.

Quantité moyenne des précipitations dans l'année (R p. 589)

| | <u>1972-73</u> | <u>1970-73</u> | <u>1961-70</u> | <u>1951-70</u> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Les Andelys | 617 mm | 611 mm | 739 mm | 711 mm |
| Louviers | 587 | 600 | 783 | |
| Boos | 649 | 659 | | |
| Grand-Quevilly | 602 | | | |
| Jumièges | 641 | | | |
| Tancarville | 560 | 549 | | |
| La Hève | 640 | 672 | 711 | 649 |

Les pluies sont faibles ; mais très variables d'une série à l'autre.

Tantôt la partie amont est la plus arrosée, tantôt la partie aval. Cela s'explique aisément :

- La proportion des pluies d'été par rapport aux pluies d'hiver augmente de l'embouchure vers l'amont.

Pour la période 1961-1970, cette proportion s'établit ainsi :

| | |
|-------------|------|
| La Hève | 0,56 |
| Louviers | 0,82 |
| Les Andelys | 0,90 |

Les étés sont devenus secs au cours des dernières années (les anticyclones sont nombreux). Les stations en amont de la vallée, sont donc moins arrosées.

- L'influence des blocages en Décembre croît également d'Ouest en Est. Décembre devient donc moins arrosé. La proportion des précipitations de Janvier par rapport à Décembre s'établit ainsi :

| | |
|-------------|-----|
| La Hève | 1,5 |
| Louviers | 1,2 |
| Les Andelys | 1 |

Selon les types de temps, la pluviosité sera très différente d'une année à l'autre, d'une station à une autre.

- Des phénomènes locaux expliquent sans doute des différences locales. Tancarville est la station la moins arrosée. Est-ce lié à sa position à mi-pente ou plutôt à la forme de la vallée de la Seine ? Les masses d'air qui viennent d'Ouest sont canalisées par le versant Nord de la Seine qui donne à la masse d'air une courbure anticyclonique. D'autre part, la vallée s'élargit ; une divergence peut donc apparaître. Mais les stations sont trop peu nombreuses pour vérifier cette hypothèse.

Les sites des stations sont très différents :
Boos et La Hève sur le plateau qui borde la vallée,
Tancarville à mi-pente,
Grand-Quevilly sur le méandre convexe.

Tancarville est la plus chaude. Le site, à lui seul, peut expliquer cette particularité.

Pour disposer d'un nombre de stations plus important, il faut remonter au dix-neuvième siècle et comparer des relevés effectués à 9 heures du matin.

Moyenne des températures pour la période
1901-1910 relevée à 9 heures du matin

| | <u>Année</u> | <u>Janvier</u> | <u>Juillet</u> |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|
| St-Aubin-les-Elbeuf | | | |
| 7 m | 9°3 | 2° | 16°1 |
| Rouen-Ile-Lacroix | | | |
| 6 m | 10°2 | 3°3 | 17°6 |
| Villequier | | | |
| 9 m | 11°5 | 3°2 | 20°7 |

| | <u>Année</u> | <u>Janvier</u> | <u>Juillet</u> |
|----------|--------------|----------------|----------------|
| Le Havre | | | |
| 30 m | 12°2 | 4°6 | 17°9 |
| La Hève | | | |
| 99 m | 10°1 | 3°6 | 17°2 |

A altitude égale, les températures augmentent de l'intérieur vers la mer. La partie orientale de la vallée est plus froide.

Les températures de Janvier croissent de l'intérieur vers la côte. Les températures de Rouen égalent celles de Villequier (influence urbaine).

Les températures de Juillet (à 9 heures du matin) dépendent plus de la proximité de la falaise que de la position dans la vallée. Villequier et Tancarville, et sans doute toutes les parties de la vallée à proximité immédiate des falaises, jouissent d'un micro-climat beaucoup plus chaud en été, et même au printemps (la floraison des arbres fruitiers y est légèrement plus précoce).

Cette raison explique pourquoi les températures d'été de La Hève sont supérieures à celles des autres stations côtières.

Dans la vallée de la Seine, les températures varient :

- en hiver, en fonction de la proximité de la mer ;
- en été, en liaison avec les micro-climats déterminés par le site.

Pendant la période 1901-1910, les précipitations augmentent de l'intérieur vers la mer :

| | |
|------------------------|--------|
| Saint-Aubin-les-Elbeuf | 633 mm |
| Rouen - Ile Lacroix | 652 mm |
| Villequier | 797 mm |
| Le Havre | 800 mm |
| La Hève | 746 mm |

On observe des précipitations plus importantes au Havre qu'à La Hève : la position de La Hève, à l'extrémité d'un cap, explique sans doute cette différence.

Pour la vallée de la Seine, la comparaison de diverses moyennes souligne l'extrême variabilité de la pluviosité dans la vallée, en liaison avec les types de temps. C'est un carrefour des diverses influences climatiques.

II- LES PRÉCIPITATIONS DE LA RÉGION DE LA SEINE, LA NORMANDIE

Aucune barrière naturelle ne sépare efficacement de l'Ile-de-France les plateaux du Vexin normand, de la Plaine de Saint-André, du Neubourg, du Lieuvin, du Roumois et de la partie occidentale du Pays d'Ouche. Les influences maritimes y pénètrent moins. D'où les nuances originales du climat.

A)- L'influence est plus forte et les étés plus chauds.

La répartition des températures se modifie légèrement :

- Juillet offre des maxima supérieurs à ceux d'Août,
- Juin est plus chaud que Septembre,
- Décembre et Janvier ont des minima de température semblables (Février est plus doux).

Moyenne des minima en hiver (1961-1970)

| | <u>Décembre</u> | <u>Janvier</u> | <u>Février</u> |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Canappeville | 0° | - 0°1 | 1°1 |
| Breteuil-sur-I. | - 0°8 | - 0°8 | - 0°5 |
| Evreux-Huest | - 0°6 | - 0°4 | 0° |

Moyenne des minima (1970-1973)

| | <u>Décembre</u> | <u>Janvier</u> | <u>Février</u> |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Canappeville | 0°8 | 1°4 | 1°4 |
| Breteuil | - 0°3 | 0°2 | 0°6 |
| Evreux-Huest | 0°3 | 0°6 | 1° |
| Brionne 59 m | 0°2 | 0°1 | - 0°1 |
| Etrépagny 94 m | 1°5 | 1° | 1°1 |
| Boos 155 m | 1°2 | 0°7 | 1°2 |
| Alençon 140 m | 1°3 | 1°1 | 1°5 |

On relève des minima plus bas à Evreux qu'à Boos ou Alençon, surtout en Décembre (un degré environ). Les températures diminuent de la Seine vers le Sud.

Pendant la période 1961-1970, Décembre est aussi froid que Janvier. Lors des situations de blocage, l'air froid s'étend sur toute la région et les masses d'air maritimes ne pénètrent pas. Boos ou Alençon reçoivent moins les influences continentales.

Les jours de gel deviennent nombreux dans le Pays d'Ouche et les vallées (inversion de température) :

| | |
|----------|------------------|
| 57 jours | Boos (1970-1973) |
| 53 | Canappeville |
| 64 | Evreux |
| 80 | Breteuil |
| 96 | Brionne. |

Le nombre de jours de gel à Etrépagny paraît voisin

de celui de Canappeville ou d'Evreux.

Soulignons la fraîcheur nocturne de Brionne où l'on a relevé 113 jours de gel en 1874, 116 en 1875.

Partout, les gelées peuvent survenir pendant 9 mois, de Septembre à Mai.

Les températures hivernales sont basses pour la Normandie. La partie la plus proche de la vallée de la Seine paraît la moins froide. Aucune station n'existe sur les plateaux du Vexin, mais Etrépagne occupe une position favorable sur une pente, face à l'Est. La végétation ne diffère guère de celle des plateaux situés au Sud de la Seine. La partie Sud-Ouest et certaines vallées comme la Risle sont plus froides (influence des masses d'air froid venant des hauteurs voisines et suivant les vallées).

Les maxima de température sont assez élevés. Des minima aussi bas en hiver apparaissent également dans le bocage. Des maxima aussi élevés sont, par contre, très rares en Normandie, à l'exception de l'étroite frange méridionale.

Maxima de température en été (1961-1970)

| | <u>Juin</u> | <u>Juillet</u> | <u>Août</u> | <u>Septembre</u> |
|--------------|-------------|----------------|-------------|------------------|
| Canappeville | 20°8 | 22°3 | 21°6 | 19°9 |
| Breteuil | 21°3 | 22°9 | 22°4 | 20°6 |
| Evreux | 21°5 | 23° | 22°4 | 20°4 |

Maxima de 1970-1973

| Canappeville | 19°9 | 22°2 | 22°5 | 20°2 |
|--------------|------|------|------|------|
| Breteuil | 20°2 | 22°7 | 23° | 20°3 |
| Evreux | 20°2 | 22°6 | 23°5 | 20°4 |

| | <u>Juin</u> | <u>Juillet</u> | <u>Août</u> | <u>Septembre</u> |
|-----------|-------------|----------------|-------------|------------------|
| Brionne | 20°6 | 23° | 23°2 | 20°8 |
| Etrépigny | 21° | 23°3 | 23°5 | 20°8 |
| Boos | 19°4 | 21°6 | 22° | 19°4 |
| Alençon | 20°6 | 23°8 | 23°1 | 21° |

Juillet est normalement le mois le plus chaud ;
mais pour la période 1970-1973, Août prend la première place,
en raison des températures élevées d'Août 1973 où l'on a
relevé des maxima égaux ou supérieurs à 32° :

31°6 à Boos
32° à Lenneval
32°2 à Brionne et Breteuil
32°5 à Evreux-Huest et Canappeville
33° à Etrépigny.

La chaleur de l'été décline, en moyenne de 1° à 1°5
celle de Boos ou du Pays de Caux. La station la plus favo-
risée, Etrépigny, bénéficie des avantages d'une bonne expo-
sition, d'une altitude plus basse ; les influences continen-
tales pénètrent plus facilement ("campagne du Jexin fran-
çais"). La Forêt de Lyons forme une barrière qui freine
l'arrivée des masses d'air maritimes. Au cours de l'année
1973, pendant 50 jours, le maximum a atteint ou dépassé 25°.
Ailleurs, ce chiffre devient moins important :

46 jours à Brionne (dans une vallée encaissée)
42 à 44 dans les autres stations
34 seulement à Boos.

L'altitude locale contribue à la diminution de la chaleur
de la Normandie.

| | <u>Période 1961-1970</u> | <u>1891-1930</u> |
|---------------|--------------------------|------------------|
| Yvetot | 12°6 | 13°3 |
| Canappeville | 14°4 | |
| Evreux | 14°3 | 14°2 |
| Breteuil | 14°2 | |
| Bernay | | 14°2 |
| Gisors | | 14°3 |
| Verneuil/Avre | | 14°3 |

La comparaison d'Evreux-Huest et de Rouen-Boos apporte quelques renseignements supplémentaires.

L'amplitude diurne est plus forte à Evreux.

Moyenne des températures (1970-1973)

| | <u>Tn</u> | <u>6 h.T.U.</u> | <u>12 H.T.U.</u> | <u>Tx</u> | <u>18 h.
T.U.</u> | <u>Ampli-
tude
diurne</u> |
|------------|-----------|-----------------|------------------|-----------|-----------------------|-----------------------------------|
| Evreux | 5°4 | 6°9 | 12°4 | 14°3 | 11°4 | 8°9 |
| Boos | 5°8 | 7°1 | 11°9 | 13°6 | 11° | 7°8 |
| Différence | - 0°4 | - 0°2 | + 0°5 | + 0°7 | + 0°4 | + 1°1 |

La nuit est plus fraîche à Evreux, mais dès 8 heures T.U., les températures dépassent celles de Boos. Ce réchauffement commence même dès 6 heures T.U., en été.

La néb.losité moyenne est semblable dans les deux stations : 63 %. Elle décroît davantage à Evreux, au cours de la nuit (54 % au lieu de 58 % à Boos). Vers 15 heures, elle dépasse très légèrement celle de Boos (71 % au lieu de 70 %). Cette plus faible nébulosité au cours de la nuit explique les minima plus bas.

Le soleil orille plus longtemps à Evreux :

1828 heures (1970-1973)
1699 à Boos.

L'insolation supérieure favorise l'échauffement au cours de la journée.

Les températures extrêmes évoluent de la même façon.

Températures extrêmes au cours des années 1970-1973

| | <u>Minimum absolu</u> | | <u>Maximum absolu</u> | |
|------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| | <u>Boos</u> | <u>Evreux</u> | <u>Boos</u> | <u>Evreux</u> |
| 1970 | - 10°2 | - 14° | 29°8 | 30°6 |
| 1971 | - 10°4 | - 11°8 | 29°8 | 30°6 |
| 1972 | - 10°3 | - 10°5 | 27°7 | 28°7 |
| 1973 | - 7°3 | - 6°8 | 31°6 | 32°5 |

Evreux connaît donc des températures plus contrastées que celles de Boos.

8)- La sécheresse domine.

La durée différente des relevés de pluie (Tableau R p. 602) ne permet pas de comparer les valeurs entre elles. On peut, semble-t-il, tirer les conclusions suivantes :

1°- Les précipitations augmentent du Sud-Est vers le Nord-Est, surtout lorsqu'on approche de la côte.

2°- Le Pays d'Ouche est plus arrosé.

Les masses d'air humides viennent d'Ouest ou de Sud-Ouest. Elles descendent des hauteurs vallonnées et assez boisées du Bocage, du Pays d'Auge et de la partie occidentale du Pays d'Ouche. Sur les plateaux, plus bas, les forces de frottement sont réduites, d'où l'affaissement des masses d'air. La pluviosité diminue donc progressivement vers la Seine ; dans la partie orientale du Pays d'Ouche, des forêts importantes maintiennent une forte humidité.

D'autre part, les précipitations apportées par l'air de Nord-Ouest diminuent du Lieuvin et du Roumois vers le Sud-Est.

Le Vexin normand doit recevoir des lames d'eau voisines des hauteurs de pluie relevées dans la Plaine de Saint-André ou le Vexin français (Boissy-l'Aillerie : 575 mm en moyenne de 1951-1970).

La répartition des précipitations diffère de celle des autres régions de Normandie : les pluies, comme dans l'Ile-de-France, ne diminuent guère en été. La chaleur favorise en effet l'instabilité et les marais barométriques provoquent davantage de précipitations. Elles représentent de 45 à 47 % du total pour la période 1951-1970. A Evreux, les pluies, médiocres et peu fréquentes, donnent une lame inférieure à celle de Boos.

De 1970 à 1973, on relève en moyenne, chaque année :

| |
|------------------------------------|
| 180 jours de pluie à Boos |
| 166 à Evreux. |

Pourcentage des jours de pluie égaux ou supérieurs à

| | | |
|-------|-------------|---------------------|
| 1 mm | 68 % à Boos | 65 % à Evreux-Huest |
| 5 mm | 34 % | 21 % |
| 10 mm | 12 % | 7 % |

La neige tombe rarement à Evreux, mais elle demeure sur le sol plus longtemps qu'à Boos (températures plus basses).

| | | |
|----------------------------------|-----------|-------------------------|
| Jours de neige | 21 à Boos | 17 à Evreux-Huest |
| " où le sol est couvert de neige | 12 | 13 |
| " d'orage | 17 | 15 (14 de 1891 à 1930). |

t

TE

2

Les températures sont supérieures d'un degré environ à celles relevées sur les plateaux précédemment étudiés. Alençon, à 140 mètres d'altitude, présente des minima supérieurs à 0° en hiver (R p. 591).

| | <u>Moyenne 1891-1930</u> | <u>1951-1970</u> |
|----------|--------------------------|------------------|
| Décembre | 1°1 | 1°6 |
| Janvier | 0°8 | 0°4 |
| Février | 0°4 | 0°6 |

Mais les minima absolus atteignent les chiffres les plus bas relevés jusqu'à présent :

- 10°1 en Janvier
- 17° en Décembre
- 18° en Février
- 8°7 en Mars

La situation d'Alençon sur le versant Sud explique la moyenne des minima supérieurs à 0°, mais les influences maritimes n'atteignent pas toujours la région. L'aspect continental, très accusé, s'accompagne de temps à autre de minima fort bas, surtout par temps anticycloniques.

Autre différence : Septembre ne compte aucun jour de gel. On a relevé 69 jours de gel (31-60), un peu plus qu'à Rouen-Rouvray, un peu moins qu'à Evreux. Pour la période 1970-1973, on a noté 60 jours de gel (Boos 57 - Evreux 64).

Le printemps se réchauffe plus vite ici que dans la plaine de Caen.

Différence de température entre Mai et Janvier

| | <u>In</u> | <u>Ix</u> |
|---------|-----------|-----------|
| Alençon | 6°9 | 11°8 |
| Caen | 8°8 | 9°7 |

Dès Mars, la moyenne des maxima d'Alençon dépasse celle de Caen.

De Juillet à Septembre, la chaleur devient plus intense même qu'à Evreux.

Maxima des températures à Alençon

| Moyenne | <u>1891-1930</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1970-1973</u> |
|-----------|------------------|------------------|------------------|
| Juin | 21°5 | 21°1 | 20°6 |
| Juillet | 23°7 | 22°8 | 23°8 |
| Août | 22°9 | 22°2 | 23°1 |
| Septembre | 20°4 | 20°4 | 21° |

L'originalité d'Alençon tient à la prépondérance de Juillet parmi les mois chauds (même dans la période 1970-1973 où partout ailleurs Août arrivait en premier). L'insolation y est en effet plus longue :

227 heures en Juillet (1951-1970)
197 en Août.

A Mortagne, on relève des valeurs identiques. A Caen, par contre, la plus forte insolation apparaît en Juin :

234 heures, contre
227 en Juillet
202 en Août.

Par rapport aux plateaux de l'Eure, Alençon conserve un caractère plus océanique qui explique pourquoi Juin

y est plus froid qu'à Evreux.

Dès Novembre, les maxima d'Alençon redeviennent inférieurs à ceux de Caen.

L'amplitude annuelle reste forte :

14°1 à Alençon

12°6 à Carpiquet.

L'emplacement défectueux de l'héliographe rend délicate toute interprétation de la durée annuelle de l'insolation : 150 à 200 heures de moins qu'à Caen ou Evreux.

Les nébulosités d'Alençon et de Caen sont comparables de 6 à 18 heures T.U. : 70 et 71 % (moyenne 1951-1960). Un sondage effectué en 1972 et 1973 confirme les résultats précédents.

| <u>Nébulosité</u> | <u>Caen</u> | <u>Alençon</u> |
|---------------------|-----------------|------------------|
| 3 T.U. | 63 % | 61 % |
| 6 | 69 | 70 |
| 9 | 72 | 70 |
| 12 | 72 | 72 |
| 15 | 70 | 70 |
| 18 | 66 | 63 |
| Insolation | 1735 h | 1675 h |
| Jours sans soleil | 52 | 69 |
| Jours de brouillard | 71 (54 1951-60) | 103 (73 1951-60) |

L'insolation d'Alençon reste inférieure à celle de Caen en raison du grand nombre de jours de brouillard. Mais l'écart entre les deux stations ne doit pas atteindre 10 à 20 heures.

Les pluies (R p. 603) sont médiocres :

| | | |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Alençon | 727 mm (1951-1970) | 164 jours de pluie |
| Rémalard | 746 mm | 139 |
| Carpiquet | 713 mm | 178 |

Les perturbations passent au Sud de la Normandie ou suivent une trajectoire de Sud-Ouest ou de Sud-Est. Dans ces cas, la masse d'air se soulève pour franchir la Forêt d'Ecouvres, se refroidit et l'humidité qu'elle contient se condense.

La répartition des précipitations conserve un caractère océanique si on la compare à celle des plateaux de l'Eure.

- La part des précipitations d'été reste secondaire :

42 % de Juillet à Octobre à Alençon

44 % Rémalard. (plus à l'Est).

Les précipitations d'été, par rapport à celles d'hiver, représentent un quotient de 0,8 à Rémalard, de 0,7 à Alençon.

- Décembre est assez arrosé : l'air maritime pénétre dans cette région par situation de blocage.

Les chutes de neige sont aussi rares qu'à Caen ou à Rouvray :

14 jours à Alençon

13 jours à Caen

12 jours à Rouvray.

Une étude effectuée à Alençon (Caractéristiques climatologiques du département) porte sur les fréquences des précipitations de Mai à Août pendant une période de 25 ans (1945-1970 à l'exception de 1968). Nous avons étudié cette fréquence par périodes de 4 jours. Les périodes les plus sèches (moins de 1 jour de pluie sur 51) correspondent aux dates suivantes :

du 14 au 17 Juin
du 26 Juin au 6 Juillet,
du 19 Juillet au 31 juillet,
du 25 au 28 Août.

Les périodes les plus arrosées (3 jours sur 10),
plus rares, apparaissent :

du 13 au 18 Juillet,
du 7 au 10 Août.

Soulignons le petit nombre de jours de pluie en été.

Les vents d'WNJ à NNW (Forêt d'Ecouves) et de SSE à
ENE (hauteurs boisées de la région de Saint-Rigomer-des-
Bois), sont peu importants (R p. 601).

La direction Sud-Ouest - Nord-Est correspond à la
direction du seuil reliant la campagne d'Alençon à celle de
Sées.

Dans cette région abritée, le vent souffle sans beau-
coup de force (2 à 2,5 m/s).

La campagne d'Alençon présente donc bien des caractères
semblables aux plateaux de l'Eure : amplitude plus forte,
faibles précipitations ... Mais elle conserve des caractè-
res nettement océaniques (répartition des précipitations).
Les basses températures s'expliquent davantage par la posi-
tion continentale que par l'arrivée de masses d'air froid
venant des régions orientales ou septentrionales, comme
sur les plateaux de l'Eure. Par certains aspects, elle pour-
rait être intégrée à la région des hauteurs normandes que
nous allons maintenant étudier.

IV- LES RÉGIONS PARTIÈRES DE LA LITTORALE : DE CAEN, AU T. P. Y.
DE LA LITTORALE, AU T. P. Y., AU T. P. Y.

Ces régions présentent un certain nombre de points communs.

A- En hiver, les terres les plus froides sont les plus froides.

Relevons les minima de température en Décembre et en Janvier pour la période 1970-1973 (Le nombre des stations est alors important).

Le tableau ci-dessous classe les stations en fonction de leur latitude. La station de Caen, la plus septentrionale, pourtant sur un site peu encaissé, a des minima inférieurs à ceux de Saint-Germain-de-T., qui surplombe la vallée de la Vire, jouit d'une température assez voisine de celle de Caen. L'air froid, en effet, s'accumule dans les parties basses ; on même glisse le long des versants. Ce phénomène survient dans toutes les parties basses entre les collines de Caen et de Saint-Germain-de-T., dans les vallées étroites du bocage (Préaux), dans la dépression centrale du Bray. Nous ne disposons pas toujours de preuves chiffrées. Mais dans les vallons de la Forêt de Lyons, la végétation est beaucoup plus tardive.

Le sommet des collines reçoit l'air maritime plus doux. Le site le plus favorable, un promontoire, explique

les températures élevées de Mortagne. Bien entendu, la différence de température entre deux sites élevés dépend de l'altitude : Forges a des minima plus doux que Buchy.

Saint-Cornier, la station la plus haute, compte le plus petit nombre de jours de gel, suivie de très près par Mortagne, Echauffour, Saint-Ellier, toutes situées au-dessus de 250 mètres (R p. 605). On relève également moins de gelées en bordure du Bocage (Donnay, Alençon) ou sur les hauteurs du Bray (Buchy, Forges), plus clémentes en hiver que les régions à même altitude du Bocage (pénétration plus facile de l'air marin, altitude générale plus basse).

La carte du nombre de jours de gel de l'Atlas climatique de la France (planche 36) sous-estime l'importance du gel dans cette partie de la Normandie. Peut-on comparer la moyenne des années 1971-71-73, inférieure, du reste, à celle de la période 1951-1970, avec celle établie de 1921 à 1950, cartographiée sur l'Atlas ? Les minima des huit années au cours desquelles on note des gelées sont semblables pour les deux périodes à Alençon : 3°.

Cinq mois possèdent des températures supérieures, au cours des trois années 1970-71-73 :

Octobre
Décembre
Janvier
Février
Mai.

Un mois apparaît beaucoup plus froid : Mars. Le nombre de jours de gel semble donc comparable.

Dans toute la région, l'Atlas climatique note 60 à 70 jours de gel (chiffre d'Alençon : 68). Toutes les stations à l'intérieur du Bocage et du Bray dépassent cette valeur, à l'exception de :

| | |
|---------------|----------|
| Saint-Cornier | 59 jours |
| Donnay | 62 |
| Huffay | 66 |

Quatre stations comptent près de 100 jours de gel (comme le Plateau de Langres, d'après l'Atlas climatique) :

| | |
|----------|-----|
| Argentan | 97 |
| Exmes | 100 |
| Longny | 105 |
| Préaux | 96 |

L'année 1973, assez froide, montre bien ce lien inverse entre gel et altitude. Tous les postes situés au-dessus de 200 mètres ont relevé un nombre de jours de gel inférieur à 93. Cependant, à l'altitude d'Alençon (200 mètres), le chiffre est de 93 :

| | |
|---------------|-----------------------|
| Saint-Cornier | 56 jours à 315 mètres |
| Donnay | 62 |
| Mortagne | 77 |

Par contre :

| | | |
|----------|-----|-----|
| Longny | 125 | 421 |
| Argentan | 97 | 407 |
| Exmes | 100 | 412 |
| Préaux | 105 | 449 |
| Langres | 107 | 464 |

Saint-Ellier, à 315 mètres, ne bénéficie pas de cette douceur relative car elle est entourée de nuages, la Forêt d'Ecouvres 417 mètres, la Forêt de Coulange 465 mètres, le Bois de Gault 402 mètres.

A Forges-les-Eaux, le gel débute le plus souvent en Octobre (10 fois en 13 ans, de 1959 à 1973, à l'exception des années 1962-1963) et dure jusqu'en Avril et même, une fois sur deux, jusqu'en Mai. Les gelées apparaissent dès Septembre à Cerisy-Belle-Etoile, Exmes, Irai, Longny, Rames ... et le 17 Juin 1957, il a gelé à Lyons-la-Forêt.

La fréquence, beaucoup plus que l'intensité du froid, caractérise les collines normandes. Les minima absolus sont du même ordre de grandeur à Argentan qu'à Alençon :

| <u>Minima absolus</u> | | | | |
|-----------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| | <u>Décembre</u> | <u>Janvier</u> | <u>Février</u> | <u>Mars</u> |
| Alençon | - 17° | - 16°1 | - 18° | - 8°7 |
| Argentan | - 17°1 | - 15°5 | - 18°1 | - 10°1 |
| Athis | - 13° | - 17° | - 12°7 | - 14° |
| Domfront | - 12° | - 14° | - 11° | - 11°5 |
| Portagne | - 13° | - 17° | - 13°5 | - 11° |
| Saint-Cornier | - 11°2 | - 14° | - 12°4 | - 9°6 |

Les maxima de température varient de 5 à 7° d'une station à l'autre

| | |
|------------|-----------------------|
| Argentan | 7°5 |
| Sées | 6°1 |
| Préaux | 6° |
| St-Cornier | 5°8 (5°4 - 1951-1971) |
| Alençon | 6°5 (6°1) |

La température, dans ce cas, diminue normalement avec l'altitude. L'amplitude diurne augmente donc dans les régions basses.

3- Les températures croissent rapidement au printemps.

A Saint-Cornier-des-Landes, pour la période 1951-1970, les minima augmentent de 7°3 de Janvier à Mai (6°9 à Alençon), les maxima de 11°7 (11°6 ").

Le mois de Mai devient un mois chaud dans de nombreuses stations.

Le tableau des maxima de température souligne quelques différences entre les stations.

| | <u>1951-1970</u> | <u>1951-1970</u> | <u>1951-1970</u> |
|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Argentan | 19°1 | 18°9 | 18°6 |
| Alençon | 18°7 | 18°2 | |
| Couvains | 18° | 18°1 | 19°3 |
| Domfront | 17°5 | | |
| Donnay | 18°6 | | |
| Écouffour | 17°4 | | |
| Exmes | 17°1 | | |
| Irail | 17°1 | | |
| Longny | 18°6 | | |
| Mortagne | 17°5 | 17°2 | |
| Le Mans | 18° | | |
| Ri | 17°3 | | |
| Saint-Cornier | 18°7 | 18°6 | |
| Val-de-la-Haye | 18°4 | | |
| Sées | 17°4 | | |
| Buchy | 18°3 | 18°9 | |
| Le Mans | 18°2 | 18° | |

- Les températures sont plus élevées dans la partie méridionale et orientale du bocage : à Mortagne, à Longny, ou Sud, les influences maritimes ne pèsent pas.

- La partie septentrionale est plus froide : Donnay compte 2° de moins que Longny située à la même altitude.

De même, les hauteurs du Bray qui reçoivent plus facilement l'air marin restent plus froides (influence de la latitude).

C- Les températures sont les plus élevées de la Normandie en été.

Le tableau des maxima, de Juin à Septembre, confirme les caractères printaniers des températures.

Moyenne des maxima de température

| | <u>Moyenne 1970-1973</u> | | | | <u>Moyenne 1964-1973</u> | | | |
|------------------|--------------------------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|
| | J | Jt | A | S | J | Jt | A | S |
| Argentan | 22°4 | 24°4 | 23°8 | 21°7 | 21°8 | 24°2 | 23° | 21° |
| Athis | 19°3 | 22°3 | 21°6 | 19°5 | 21°1 | 22°7 | 21°7 | 18°6 |
| Couvains | 19°4 | 23°3 | 23°4 | 21°7 | | | | |
| Domfront | 20° | 23°1 | 22°6 | 20°5 | 21°4 | 24° | 22°7 | 20°7 |
| Donnay | 19°4 | 21°6 | 21°7 | 19°4 | | | | |
| Echauffour | 20°7 | 23° | 22°7 | 18°9 | | | | |
| Exmes | 19°8 | 21°7 | 21°8 | 20° | | | | |
| Irai | X | 23° | 22°9 | 20°7 | | | | |
| Lamny | 21°9 | 24°3 | 24°2 | 21°7 | | | | |
| Mortagne | 20°1 | 23°2 | X | X | 20°3 | 22°9 | X | X |
| Préaux | 20°8 | 23°3 | 23°1 | 21°8 | | | | |
| Ri | 20°4 | X | 22°4 | 20°3 | | | | |
| St-Cornier | 19°6 | 22°1 | 21°6 | 20°2 | 19°8 | 22°4 | 21°1 | 19°2 |
| St-Ellier | 20°1 | 22°5 | 22°5 | 20° | | | | |
| St-Germain-de-T. | X | 22° | 22°3 | 19°9 | | | | |
| Sées | 20°2 | 22°6 | 23° | 20°3 | | | | |
| Sully | 19°5 | 21°8 | 22°3 | 19°5 | 20°1 | 21°9 | 21°7 | 19°3 |
| Forges | 19°8 | 21°8 | 22°3 | 19°6 | 19°9 | 21°7 | 21°5 | 19°3 |

- Le Nord-Ouest et vraisemblablement l'Ouest (mais il n'existe aucune station) sont moins chauds en été.

L'influence des vents marins de Nord ou de Nord-Ouest l'emporte sur les vents chauds continentaux du secteur Sud.

- Les stations les plus chaudes sont des "bassins" intérieurs comme Argentan ou Longny-sur-Perche.

- Juin est plus chaud que Septembre dans toutes les stations si l'on considère la moyenne décennale. De 1970 à 1973, Septembre (à cause de 1973) est parfois plus chaud, dans toute la moitié occidentale (à l'Ouest de la Forêt de Multonne et de l'Orne).

La carte des maxima de température en Août 1973, par anticyclone continental à flux de Sud-Est, montre la division du bocage en deux : Mortagne, Sainte-Scolasse, Argentan ; la vallée de l'Orne et la partie orientale ont des températures égales ou supérieures à 33° ; à l'Ouest, les températures sont plus basses. De même, le versant Nord a des maxima moins élevés (R p. 606).

Sées, par exemple, est plus frais qu'Argentan (La Forêt d'Ecouves abaisse légèrement les températures).

Par type de marais barométrique comme le 3 Août 1971, les écarts sont moins importants. La partie Sud est légèrement plus chaude. On trouve quand même 31° à St-Germain-de-T. (mais c'est un abri agricole et les relevés peuvent être supérieurs à ceux d'une station météorologique habituelle de 1°).

En résumé, le Sud (masse d'air plus chaude, influence

de la latitude) et le Sud-Est, plus continental, représentent des parties plus chaudes. A l'intérieur du bocage, certaines campagnes comme celles d'Argentan ont également un climat local plus chaud, d'autres plus frais comme Sées et Alençon (Influence de la Forêt d'Ecouvres).

Malgré tout, les extrêmes ne dépassent pas ceux d'Alençon :

| | |
|------|---------------|
| 38°9 | à Alençon |
| 35°9 | à Argentan |
| 34°2 | à Athis |
| 36° | à Domfront |
| 33°5 | à Mortagne |
| 34°8 | à St-Cornier. |

L'influence du relief paraît secondaire sur les maxima. Par contre, les minima d'été sont plus élevés à St-Cornier qu'à Argentan (un à un degré et demi en moyenne).

L'automne n'offre pas grande originalité par rapport à l'ensemble de la Normandie. Remarquons cependant que le mois d'Octobre est beaucoup plus chaud au Sud qu'au Nord qui doit recevoir plus tôt les premières masses d'air froid.

Moyenne des maxima d'Octobre 1964-1973

| | |
|------------|------|
| Argentan | 17°6 |
| Athis | 14°6 |
| Domfront | 16°2 |
| St-Cornier | 14°8 |

L'amplitude annuelle, autour de 10°, paraît moins caractéristique que la différence entre les minima moyens du mois le plus froid et les maxima du mois le plus chaud.

Différence entre les Tn du mois le plus froid
et les Tx du mois le plus chaud

| | <u>1970-1973</u> | <u>1964-1973</u> |
|------------|------------------|------------------|
| St-Cornier | 22°1 | 22°6 |
| St-Elhier | 22°5 | |
| Echeuffour | 22°4 | |
| Portagne | 22°1 | 22°7 |
| Athis | 22° | |
| Domfront | 22°4 | |
| Donnay | 20°5 | |
| Longny | 24°1 | |
| Suchy | 21°4 | 22°1 |
| Sées | 23°4 | |
| Exmes | 21°9 | |
| Forges | 21°4 | 22°2 |
| Argentan | 24°6 | 23°8 |
| Préaux | 23°8 | |

L'altitude de la station est de 22°. Elle est plus élevée dans les campagnes calcaires de l'intérieur ou dans la partie méridionale (étés plus chauds). Elle est, par contre, plus faible dans la partie septentrionale (et vraisemblablement dans le bocage manchois), dans la région du Haut-Bray, assez comparable au Bocage virais.

C- Les pluies sont régressées (la régression est faite sur les hauteurs).

Le département de l'Orne est le mieux équipé. Beaucoup de postes pluviométriques ont été créés vers 1900.

Des séries à peu près complètes existent donc pour :

- 11 stations de 1951-1970
- 12 " 1961-1970
- 18 " 1968-1973 (R p. 617-618).

La comparaison de ces séries permet d'avoir des notions assez précises sur 23 stations.

Dans les autres départements, même si l'on intègre ceux qui ont de très faibles lacunes, peu de postes pluviométriques existent :

| |
|---------------------------------------|
| 3 de 1951-1970 dans la Seine-Maritime |
| 1 dans le Calvados |
| 2 dans la Manche. |

Nous essaierons de dresser une carte des précipitations de l'Orne (carte par souci de précision). Nous y ajouterons les rares stations voisines.

Dresser la carte de la pluviosité du Pays de Bray à l'aide de quatre stations est impossible.

Le tableau de la hauteur des précipitations au cours de diverses périodes montre :

1°- Des moyennes similaires pour les périodes 1951-1970 et 1961-1970. Cette dernière période est davantage arrosée en Haute-Normandie.

2°- Des précipitations plus faibles pour la période 1968-1973, qui peuvent atteindre plus de 100 mm de moins dans l'année comme à Sées (tableau des hauteurs de pluie - R p. 607-608).

Des lacunes importantes existent même dans les stations qui ont de longues séries. Pour mieux comprendre la répartition des précipitations, nous avons dessiné deux cartes. Dans l'une, à plus petite échelle, pour la période 1951-1970, nous avons indiqué les principaux massifs fores-

tiers (R p. 609). La deuxième carte, à plus grande échelle, montre la répartition des pluies 1968-1973. Nous y avons joint le relief (R p. 610).

Les stations communes sur les deux cartes sont moins arrosées de 1968 à 1973. Pour cette période, les hauteurs de pluie n'excèdent pas :

853 mm à Champsecret (958 mm de 1951-1970)
831 mm à Saint-Ellier
815 mm à Donfront (836 mm de 1951-1970).

La seconde carte donne une impression de pluies fort moyennes :

1°- Toutes les stations les plus occidentales, comme Ger, Coulouvray-Boisbenâtre, Saint-Cornier-des-Landes et secondairement Brémoy n'y sont point représentées.

2°- Les précipitations y sont plus médiocres de 15 à 138 mm par an en moyenne.

L'étude de ces deux cartes donne une idée d'ensemble de la répartition des pluies dans le Bocage normand.

1°- La partie occidentale reçoit de plein fouet les vents d'Ouest. Les hauteurs obliquent l'air marin à se lever et des pluies énormes s'abattent sur ces "collines". La dernière station qui appartient à ce bocage occidental serait Coulouvray-Boisbenâtre. D'autre part, les crêtes appalachiennes Ouest-Est du Sud du département de la Manche favorisent les fortes pluies par temps de Sud-Ouest. Nous regrettons, une fois encore, l'absence de station. Car nous pensons que les précipitations annuelles supérieures à 1000 mm doivent avoir une extension supérieure à celle qui leur

est consacrée dans la carte des précipitations annuelles 1931-1960 de l'Atlas de Normandie (84).

Relevons, pour les années où les stations ont fonctionné, la hauteur de la lame d'eau annuelle :

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| St-Sever du Calvados (215 m) | 1220 mm |
| Gcr (306 m) | 1213 mm (R p. 603) |
| Coulouvray-Boisbenâtre (250 m) | 1338 (R p. 603) |
| Rouffigny (120 m) | 1200 mm |
| Vengeons (320 m) | 1445 mm |

Ces chiffres ne sont pas comparables, mais ils sont tous bien supérieurs à 1100 mm et Rouffigny en particulier est située au Sud-Ouest de Villedieu-les-P.. Une grande partie des crêtes appalachiennes du Sud de la Manche reçoit probablement plus de 1100 mm de pluie.

Les points les plus bas de cette région recueillent encore 900 mm (Le Teilleuil 941 mm) (R p. 603).

2°- La partie orientale est plus sèche. Les pluies d'Ouest ou de Sud-Ouest, déjà arrêtées par les premières collines, sont beaucoup moins abondantes. Sur nos cartes, peu de postes sont installés sur les hauteurs ou dans les forêts. Saint-Ellier, dans un compartiment légèrement déprimé, ne peut être prise comme modèle de répartition.

Une étude menée par la Commission scientifique de l'Orne (Note sur les Travaux de la Commission pendant les années 1882, 1883, 1884, 1885) donne les observations suivantes pour les années 1875 à 1885 :

| | |
|----------|--------|
| Alençon | 711 mm |
| Argentan | 724 mm |
| Sées | 860 mm |
| Mortagne | 778 mm |

Nous retenons uniquement les stations dont l'altitude a peu changé. Les précipitations semblent, dans l'ensemble, légèrement supérieures (sauf à Alençon) à la période 1951-1970.

Pour cette même période, on a relevé :

- 1013 mm sur la face Nord de la Forêt d'Ecouvres (331 m) ;
- 978 mm vers l'Est à 309 m ;
- 1102 mm à l'Etoile de la Forêt d'Andaine, au centre de la Forêt ;
- 962 mm dans la Forêt du Perche, à 482 m ;
- 957 mm dans la Forêt de Bons-Moulins du Nord de Moulins-la-Marche.

Les autres forêts du Sud-Est du département ont une pluviosité inférieure à 800 mm.

Une deuxième division régionale apparaît donc vers Alençon où même les forêts paraissent moins arrosées et les précipitations des autres stations restent inférieures à 800 mm ou même 700 mm.

Les régions les plus sèches sont les plus limitées : le Sud-Est de l'Orne, la Campagne d'Argentan, la région d'Exmes, de Ginai ou la station de Couvains qui se situe déjà vers l'est.

Par contre, le Nord est légèrement plus arrosé, recevant des masses d'air maritime du Nord-Ouest.

La répartition des pluies au cours de l'année souligne bien ces trois régions pluviométriques.

1°- La proportion des pluies d'été, par rapport aux pluies d'hiver, est très faible dans la partie occidentale, surtout sur les hauteurs (1951-1970) :

| | |
|---------------|------|
| Ger | 0,49 |
| Saint-Cornier | 0,54 |
| Domfront | 0,62 |
| Le Teilleul | 0,67 |

2°- Dans la partie centrale et septentrionale, la proportion augmente :

| | |
|-------------|------|
| Brémoy | 0,70 |
| Bagnoles | 0,71 |
| Champsacret | 0,72 |
| Argentan | 0,75 |
| Sées | 0,76 |
| Sap | 0,78 |

3°- Dans l'Est et le Sud, la proportion des pluies d'été se rapproche de celle des plateaux de l'Eure.

| | |
|----------|------|
| Ginai | 0,80 |
| Bellême | 0,80 |
| Rémalard | 0,81 |

Le pourcentage des pluies d'Octobre à Mars ne varie guère d'un endroit à l'autre de la Normandie :

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 60 % des précipitations à Ger, | |
| 50 % | à Rémalard, le Sap, Ginai. |

Pour les trois dernières années, nous avons relevé les orages dans chaque station, calculé leur proportion de Mai à Septembre. Ils sont très rares en Avril et en Octobre et surviennent pendant les cinq mois les plus chauds.

Les orages de 1971-1973

| | <u>Moyenne</u> | <u>Pourcentage de</u> |
|------------------------|-------------------|------------------------|
| | <u>annuelle</u> | <u>Mai à Septembre</u> |
| Alençon | 18 (16 1951-1960) | 87 % |
| Athis | 9 | 81 % |
| Bagnoles | 15 | 91 % |
| Bellême | 14 | 88 % |
| Champsecret | 19 | 88 % |
| Couvains | 19 | 88 % |
| Domfront | 10 | 77 % |
| Echauffour | 18 | 81 % |
| Exmes | 16 | 84 % |
| Linai | 11 | 88 % |
| Longny | 11 | 81 % |
| Marchemaisons | 16 | 84 % |
| Mortagne | 9 | 73 % |
| Préaux | 21 | 89 % |
| St-Cornier | 15 | 89 % ? |
| Sées | 19 | 91 % |
| Vimoutiers | 9 | 91 % |
| Brémoy | 20 | 78 % |
| Donnay | 24 | 71 % |
| Coulouvray-Boisbenâtre | 7 | 90 % |

Quatre stations possèdent un pourcentage un peu plus faible :

- Domfront et Mortagne ne sont pas très sensibles aux orages d'été.

- Brémoy et Donnay, toutes deux situées plus au Nord, sur "l'autre versant", reçoivent des orages beaucoup plus nombreux en Mars et surtout Avril : le nombre des orages augmente par rapport aux autres stations. Les orages liés aux giboulées d'Avril ne dépassent guère la ligne de crête la plus septentrionale.

Ces orages de saison chaude suivent le plus fréquemment des perturbations de Sud-Ouest. Le relief, mais surtout la forêt, plus fraîche, arrêtent ou dévient leur marche. Ils suivent alors les passages faciles, Alençon, Marchemaisons. Les orages y sont plus fréquents que le long de la bordure des collines, ou des forêts, comme Domfront, Bellême, Mortagne ...

Certaines stations deviennent des "pièges à orages", comme Préaux, mais surtout Saint-Ellier où les nuages orageux suivent le Sarthon et restent bloqués par des hauteurs forestières de 300 à 400 mètres.

Ces phénomènes perdent une partie de leur ampleur lors de la redescente vers la vallée de l'Orne. Les orages à Argentan sont moins fréquents qu'à Alençon.

De nouveau, la ligne de hauteurs qui s'étend de Brémoy, le Mont-Pinçon, le Cinglais, compte plus d'orages. La crête est étroite, et Brémoy, par exemple, située à l'extrémité d'un affluent de la Vire, reçoit facilement les systèmes orageux de Sud-Ouest. Mais ceux-ci restent bloqués au niveau de la station, surmontée par une hauteur boisée de 361 mètres.

Les orages sont peu nombreux dans la Manche, sauf dans la région des collines de Sourdeval.

Ils sont intéressants comme facteurs d'apport de pluies supplémentaires pendant la saison chaude. Ils sont un peu moins nombreux que dans l'Ile-de-France ou le Bassin de la Loire.

Nous n'avons guère parlé de la neige jusqu'à présent. J. SANSON, dans Le Climat de la Normandie, première partie, p. 664, citait Evreux en tête des stations recevant le plus de neige en Normandie.

Nous avons cherché, de 1961 à 1969, le nombre de jours de neige sur les hauteurs normandes.

La station la plus enneigée de l'Orne est Alençon.

Moyenne des jours de neige de 1961 à 1969

| | | |
|-------------|----|-------------------------------------|
| Alençon | 17 | (14 de 1951-60) (15,4 de 1949 à 68) |
| Argentan | 12 | (13 1891-1930) |
| Bagnoles | 13 | |
| Béllième | 9 | |
| Champsecrét | 14 | |
| Mortagne | 9 | |
| Rémalard | 10 | |
| St-Cornier | 16 | |
| Le Sap | 10 | |
| Sées | 10 | |
| Tanques | 14 | |
| Vimoutiers | 10 | |
| Gér | 11 | |
| Brémoy | 10 | (11 1891-1930) |

Des lacunes existent pour des stations intéressantes et nous effectuerons, malgré tout, les moyennes (avec Alençon en référence).

Moyenne sur 8 ans

| | | |
|------------------------|-------------------|----|
| Coulouvray-Boisbenâtre | 13 jours, Alençon | 19 |
| La Ferrière-a--D. | 13 | 16 |
| Ginai | 14 | 16 |

Moyenne sur 7 ans

| | | |
|-----------------|----|------------|
| Forges-les-Eaux | 15 | Alençon 15 |
|-----------------|----|------------|

Moyenne sur 5 ans

| | | |
|-----------------|----------|------------|
| Forges-les-Eaux | 10 jours | |
| Buchy | 8 | Alençon 12 |

Moyenne sur 3 ans

| | |
|------------|----------|
| Donnay | 19 jours |
| St-Cornier | 18 |
| Alençon | 17 |

Moyenne sur 2 ans

| | |
|------------|----|
| St-Cornier | 22 |
| St-Ellier | 22 |
| Alençon | 22 |

Pourquoi Alençon est-elle la station la plus enneigée ?

1°- Les observateurs permanents de la Météorologie Nationale relèvent peut-être avec plus de soin les jours de neige quand celle-ci tombe peu ou durant la nuit.

2°- Les jours de neige dans cette région sont très souvent provoqués par des temps de Sud-Est : air très froid au sol, air chaud qui s'élève rapidement en altitude. Mais ce type de temps ne dépasse guère la région d'Alençon.

3°- Les minima de température sont relevés dans les parties basses et non sur les hauteurs au-dessus desquelles un air plus océanique circule.

Le sol est recouvert de neige moins de 10 jours par an. En 24 ans, la hauteur de neige la plus élevée a varié de 0 à 24 cm avec une médiane de 9-10 cm.

En dehors de la région d'Alençon, ce sont les hauteurs qui reçoivent le plus de neige avec St-Cornier, St-Ellier, Champsecret et les hauteurs du Bray, en particulier Forges-

les-Eaux, plus enneigée que Buchy.

Le brouillard apparaît souvent.

Les moyennes sont basées sur quatre ans, de 1970 à 1973.

Nombre moyen de jours de brouillard

| | <u>Année</u> | <u>Hiver</u> | <u>Automne</u> (1946-65) | (1951-60) |
|---------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------|
| Alençon | 243 | 45 | 48 | 71 73 |
| Argentan | 36 | 16 | 12 | 67 (1891-1930) |
| Athis | 53 | 29 | 14 | |
| Bagnoles | 139 | 56 | 39 | |
| Bellême | | 22 | 31 | |
| Le Bouillon | 61 | 28 | 18 | |
| Champsacret | | 5 | 6 | |
| Couvains | 100 | 33 | 29 | |
| Domfront | 23 | 8 | 10 | 21 (1891-1930) |
| Echauffour | 85 | 37 | 21 | |
| Exmes | 110 | 37 | 37 | |
| Ginai | 60 | 30 | 14 | |
| Longny | 38 | 19 | 16 | |
| Marchemaisons | 59 | 25 | 21 | |
| Mortagne | 116 | 37 | 38 | |
| Moulins-la-M. | 91 | 37 | 36 | |
| Préaux | 85 | 33 | 33 | |
| Ranès | 65 | 32 | 23 | |
| Rémalard | 86 | 24 | 31 | |
| St-Cornier | 119 | 46 | 29 | |
| St-Ellier | 115 | 47 | 23 | |
| Ste-Honorine | | 39 | 34 | |
| Sées | | 32 | 30 | |
| Tanques | 75 | 18 | 27 | |
| Vimoutiers | | 12 | 17 | |

On observe beaucoup de brouillards :

- dans la partie Sud de l'Orne (automne),
- dans le centre (automne et surtout hiver),
- sur les hauteurs.

Deux causes expliquent cette fréquence :

1°- L'air de Sud-Ouest s'élève, se refroidit et la vapeur d'eau se condense (phénomène fréquent en automne). Le brouillard se répand alors dans la partie Sud, sous le vent, et sur les hauteurs. Là où l'air redescend, le nombre de jours diminue (Argentan, Athis).

2°- Le rayonnement nocturne par temps calme engendre brumes et brouillard, surtout en hiver.

Tous ces caractères se modifient d'ailleurs d'un lieu à l'autre.

E- Les nuances locales des hauteurs normandes.

Les forêts y sont très nombreuses et y créent des climats locaux assez particuliers.

A- Le mésoclimat forestier.

G. LESAGE, dans son ouvrage sur "Le Pays de Lyons et sa forêt domaniale", écrit : "Quant au climat et bien que nous soyons dans la partie la plus orientale de la Normandie, il se ressent encore de l'influence de la mer ..." (p. 13).

De 1961 à 1970, les précipitations ont atteint 844 mm, davantage que dans le Vexin voisin.

P. PEDELABORDE, à la p. 467 du Climat du Bassin Parisien : "Les forêts dégagent une masse considérable de vapeur. Par la transpiration d'une part ; en retenant l'eau précipitée sur le feuillage d'autre part".

Il n'existe aucune station proche de Lyons pour pouvoir apprécier l'augmentation des précipitations

(tranche de 25 à 30 % supplémentaires rapportée par P. PEDELABORDE, d'après l'expérience de la Station de Recherches Forestières de Nancy, p. 468).

Une moyenne générale portant sur 11 ans - 1875-1885 - permet de comparer deux stations assez proches :

| | | |
|---------------|--------|--------|
| Mortagne | 241 mm | 778 mm |
| Forêt de Reno | 237 mm | 880 mm |

L'augmentation de la tranche atteint 13 %.

Une coupe effectuée du Sud au Nord donne des résultats différents selon l'exposition :

| | |
|---------------------------------|--------|
| 1029 mm à Domfront | 199 m |
| 1102 mm dans la Forêt d'Andaine | 265 m |
| 981 mm à La Ferté-Macé | 206 m. |

Domfront, bien exposée aux pluies d'Ouest ou de Sud-Ouest, possède une pluviosité analogue à celle de la Forêt d'Andaine, située à plus haute altitude. La Ferté-Macé, au contraire, dans un cadre abrité, reçoit 25 % de pluie en moins.

Nos conclusions pour Mortagne et la Forêt de Reno s'apparentent aux résultats trouvés pour la Forêt de Fontainebleau par P. DOIGNON (Mésoclimat forestier de Fontainebleau). L'excès des précipitations atteint à peine 13 % au lieu de 17. Il augmente de Décembre à Avril (21 %, 20 à 29 % à Fontainebleau), décroît de Mai à Août.

On obtient des résultats analogues en comparant, pour la même période, les observations de la Forêt de Bons-moulins, au Nord de Moulins-la-Marche et Champ-Haut, située au Nord. Les deux postes sont situés à la même altitude :

| | |
|----------------------|-------|
| Forêt de Bonsmoulins | 297 m |
| Champ-Haut | 300 m |

L'excédent des précipitations représente en moyenne 12 % (période 1875-1885). Il passe par un maximum de Novembre à Mars : 18 % (22 % en Novembre, 21 % en Mars).

D'Avril à Juin, les pluies de la Forêt deviennent semblables à celles de la région agricole (léger déficit : 2 %).

De Juillet à Octobre, de nouveau, il pleut davantage en forêt (11 %).

Nous n'avons pas le chiffre des jours de brouillard. Les lacunes sont trop importantes. Nous avons pu le relever de Septembre 1966 à Décembre 1966. Ces chiffres ne diffèrent pas de ceux notés ailleurs :

| Forêt de Bonsmoulins
La Ferrière-au-D. | Mortagne | Randonnai | Exmes | Alençon | |
|---|----------|-----------|--------|---------|-----|
| 297 m | 255 m | | 182 m | 140 m | |
| <hr/> | | | | | |
| Précipitations
totales | 613 mm | 546 mm | 635 mm | 543 mm | 546 |
| <hr/> | | | | | |
| Nombre de jours | | | | | |
| . de pluie | 95 | 69 | 63 | 90 | 84 |
| . de brouillard | 44 | 21 | 29 | 36 | 48 |
| . d'orage | 5 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| . de grêle | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Le nombre de jours de brouillard paraît supérieur, mais n'est pas nettement plus élevé qu'à Alençon ou Exmes.

Même constatation pour le nombre de jours de pluie. Randonnai, au Nord de la Forêt du Perche, mais dans un paysage dégagé, reçoit autant de pluie, mais les précipitations ne tombent que deux jours au lieu de trois. Il

n'est pas impossible que le nombre de jours de précipitations d'Alençon, de Bagnoles-de-l'Orne ou Bellême s'expliquent par la proximité de la forêt.

La nébulosité est plus importante en forêt.

De 1875 à 1881, la nébulosité se répartit ainsi :

| | <u>Champ-Haut</u> | <u>Forêt de Bonsmoulins</u> |
|-------|-------------------|-----------------------------|
| 8/8 | 46 % | 59 % |
| 6/8 | 15 % | 15 % |
| 4/8 | 15 % | 6 % |
| 2/8 | 6 % | 13 % |
| clair | 18 % | 8 % |

Souvent, en été, au-dessus des forêts, des cumulus se forment dans la journée.

L'accroissement du nombre de chutes de neige souligné par de nombreux auteurs ne paraît pas évident en Normandie :

10 jours en moyenne en Forêt de Lyons

13 jours à la Ferrière-au-D. contre 16 à Alençon
(moyenne sur 8 ans)

L. DORIZE, dans sa thèse "Les précipitations sur les plaines d'Argentan et d'Alençon et les reliefs bordiers", insiste sur la persistance de la neige dans les forêts, surtout à l'abri des résineux. Dans la carte (p. 197) qu'il a dressée sur la durée de l'enneigement au cours de l'hiver 1968-69, les forêts et une partie des hauteurs boisées de plus de 200 mètres ont conservé une couche de neige plus de 30 jours.

Les orages évitent le plus souvent les forêts.

A Lyons-la-Forêt, ils passent au Nord et au Sud en suivant les vallées. Dans l'Orne, très fréquemment les orages contournent les massifs forestiers ou traversent, par des itinéraires plus propices, moins boisés ou plus facilement pénétrables :

- La Lacelle-Mortrée ou Sées, en contournant la Forêt d'Ecouves par le Nord,
- Couternes-Bagnoles-La Ferté-Macé.

Certaines forêts assez isolées comme la Forêt de Saint-Evrault sont rarement atteintes.

Une trajectoire de Sud-Ouest, suivie par un orage, s'infléchira vers l'Ouest devant la Forêt du Perche.

Pour P. ESTIENNE, dans "Recherches sur le climat du Massif Central français", la forêt se comporte comme une surface relativement froide qui gêne les mouvements d'ascendance. Cette remarque est confirmée, sur d'autres régions, dans de nombreux cas. Mais la forêt peut aussi jouer un rôle d'obstacle et provoquer par conséquent des ascendances.

Personnellement, nous estimons que des phénomènes semblables aux phénomènes côtiers peuvent constituer un élément d'explication. Un orage (lié le plus souvent à un front) se déplace en suivant une certaine trajectoire. Il rencontre un obstacle, une hauteur couverte de forêt. Si c'est possible, il contourne l'obstacle, solution de facilité, comme un vent arrivant avec un angle faible au bord du rivage longera ce rivage. L'exemple de la Forêt du Perche paraît très représentatif de cet effet. Si l'orage vient du Sud, perpendiculairement à la pente, il

franchir la forêt. Sinon, il la contourne en suivant une vallée. Les arbres représentent une surface rugueuse, donc un élément répulsif pour l'air au niveau du sol ; les vallées, au contraire, une trajectoire aisée.

La température des forêts est-elle différente de celle des stations voisines ? P. PEDELABORDE a rapporté dans Le Climat du Bassin de Paris les expériences qui montrent l'existence d'un air plus froid au-dessus des forêts. Il écrit également, p. 400 : "Le seul fait qui paraisse bien établi est l'influence réfrigérante des forêts sur leurs environs immédiats".

Comparons les températures de Champ-Haut et de la Forêt de Bonsmoulins.

Moyenne des températures 1878-1885

| | <u>Champ-Haut</u> | <u>Bonsmoulins</u> |
|-----------|-------------------|--------------------|
| Janvier | 1°8 | 3°1 |
| Février | 4°3 | 4°8 |
| Mars | 5°9 | 6°1 |
| Avril | 8° | 8°2 |
| Mai | 11°4 | 11°7 |
| Juin | 14°1 | 14°3 |
| Juillet | 16°2 | 16°1 |
| Août | 16°4 | 16°9 |
| Septembre | 13°8 | 14°6 |
| Octobre | 8°8 | 9°8 |
| Novembre | 5°2 | 5°4 |
| Décembre | 1°8 | 3°2 |
| Moyenne | 9° | 9°5 |

En hiver, la moyenne des températures s'abaisse moins en forêt qu'à Champ-Haut, situé sur la bordure. En été, elle est effectivement semblable dans les deux endroits.

Les maxima restent toujours plus élevés en forêt, surtout en Hiver. Le maximum absolu atteint :

31°4 à Champ-Haut

35°4 à Bonsmoulins.

Par contre, les minima s'abaissent davantage en forêt ; les gelées deviennent plus fréquentes, surviennent plus tôt : dès Septembre à Bonsmoulins certaines années ; en Octobre, au cours de ces huit ans, il a gelé cinq mois sur huit, dans cette station et une seule fois à Champ-Haut. Les gelées tardives paraissent peut-être encore plus caractéristiques des climats forestiers. Une seule année, on a relevé des températures inférieures à 0° en Mai à Champ-Haut, et six fois à Bonsmoulins. Le minimum absolu est descendu jusqu'à :

- 12°6 à Champ-Haut

- 16°5 à Bonsmoulins.

L'amplitude annuelle diminue donc en forêt ; l'amplitude diurne augmente. P. DOIGNON avait déjà souligné cet "abaissement plus prononcé des minima", ce "léger excédent de chaleur des maxima" (Mésoclimat forestier de Fontainebleau).

Les températures varient d'un point à l'autre de la forêt. Une étude du degré de floraison des pommiers, effectuée pendant trois ans, à Pâques, dans la Forêt de Lyons, a donné les résultats suivants :

1°- La végétation présente un retard important dans les creux et les vallées étroites.

2°- Les pommiers les plus précoces sont plantés dans de vastes clairières, sur des plateaux, bien protégés des secteurs Nord et Nord-Est. Les bourgeons s'épanouissent légèrement avant ceux du Vexin, tandis qu'à Buchy, à l'Ouest, les arbres gardent encore leur aspect d'hiver.

Les régions forestières représentent des limites précises : au Nord de la masse boisée, la végétation paraît en retard ; au Sud, elle offre des caractères différents : floraison plus précoce, apparition d'espèces plus sensibles à la chaleur. Elles forment des barrières freinant le passage des masses d'air froid ou chaud. Dans l'Orne, l'écart de température de part et d'autre de la forêt apparaît nettement :

| | | | | | |
|----------|-------|------|---------------|-------|---------------|
| Domfront | 199 m | 10°5 | La Ferté-Macé | 206 m | 8°5 (1876-85) |
| Alençon | 148 m | 10° | Sées | 192 m | 9°2 |

La Forêt d'Ecouves explique les caractères un peu particuliers d'Alençon comme de toutes les stations situées en contrebas d'une forêt :

- les minima sont plus accusés ;
- le nombre de jours de brouillard s'accroît ;
- la fréquence de la neige augmente ;
- une légère brise apparaît de temps à autre le matin.

L'influence de la forêt est double :

1°- elle transforme le climat des stations proches, surtout si celles-ci ont une altitude inférieure ; elle

refroidit et humidifie l'atmosphère. A altitude égale, les changements restent limités et dépendent de la position de la station par rapport à la forêt.

2°- Elle sert d'obstacle aux influences maritimes, continentales ou méridionales ...

B- Les nuances locales des collines normandes.

1)- Le Bocage manchot.

Il est le plus humide car il reçoit directement l'air marin d'Ouest et de Sud-Ouest. Les temps de blocage donnent des pluies très abondantes. Même les régions assez basses reçoivent de 900 à 1200 mm. Coulouvray-Boisbenâtre (moyenne de 1956-1970 : 1580 mm) ne paraît qu'une colline anodine et souriante. Sur la route de Lessay à Coutances, de nombreuses fois, nous avons constaté la présence de la pluie dès que nous approchions de cette dernière ville.

L'influence océanique reste forte :

1°- La quantité des pluies demeure faible en été (mais dès Août, la hauteur de la lame d'eau peut atteindre 111 mm en Août, 113 en Septembre). La moindre perturbation retrouve une certaine activité dès qu'elle aborde ces hauteurs.

2°- La douceur des hivers persiste. La neige ne tombe que pendant quelques jours. Elle peut rester cependant une à deux semaines sur le sol au-delà de Domfront.

3°- Le printemps se réchauffe lentement ; mais déjà, sur les sites les mieux exposés, la végétation éclate alors que le Nord du Cotentin garde son caractère hivernal.

De la Chapelle Saint-Michel, qui domine Mortain, on prend conscience de l'appartenance de cette région au domaine océanique. Cependant, des nuances apparaissent déjà, et le vent devient moins rude. On ne voit plus de hauteurs pelées comme le Mont-Doville au Nord-Est de la Haye-du-Puy.

2)- Le Bocage normand au Nord de Viré.

Il ressemble à la région précédente mais possède quelques caractères originaux :

1°- Les minima restent plus doux. Donnay, à la même altitude que Domfront, a des minima de Janvier et Février supérieures de 1 à 2° selon les années.

2°- Le printemps se réchauffe très lentement, d'où le retard de la végétation.

3°- Les étés ont des températures inférieures de 2° au moins à celles de la partie Sud.

Les premières collines atteintes par les flux d'air maritime reçoivent de fortes pluies :

| | <u>1951-70</u> | <u>1891-1930</u> (R p. 603) |
|-----------------|----------------|-----------------------------|
| Bréauy (240 m) | 1109 mm | 1035 mm |
| Caumont (244 m) | | 1065 mm |

Les perturbations d'Ouest et de Nord-Ouest apportent de fortes pluies, mais celles-ci diminuent rapidement vers l'Est :

| | |
|--|--------------------|
| Pierrefite-en-Cinglais (même altitude) | 825 mm (1891-1930) |
| Roucambo (275 m) | 884 mm |
| Donnay (225 m) | 795 mm (1966-70) |
| Tournet (160 m) | 826 mm |

Les périodes ne correspondent pas ; ces chiffres

donnent simplement un ordre de grandeur.

L'Est paraît plus sec pour deux raisons :

1°- La région est plus éloignée de la côte occidentale.

2°- L'altitude ne dépasse pas 300 mètres, tandis qu'à l'Ouest, le Mont-Pinçon, à 365 mètres, et les hauteurs avoisinantes, redonnent une certaine activité aux perturbations.

La neige y est assez fréquente. Les coulées froides de Nord et de Nord-Est atteignent directement cette région.

Le Sud, situé légèrement en contrebas des collines de Saint-Sever et du Haut-Pays Virois, reçoit des précipitations de l'ordre de 900 mm (Landelles et Coupigny, Lassy). Les pluies atteignent 1003 mm à Vire pour la période 1951-1960. Par contre, les vallées sont sèches :

| | |
|-----------------|------------------|
| Condé / Noireau | 742 mm (51-60) |
| Thury-Harcourt | 732 mm (51-60) |
| Athis | 755 mm (1968-73) |

Cette région apparaît plus froide en hiver. On a relevé 84 jours de gel à Athis et seulement 62 à Donnay (1970-71-73). Les étés restent frais.

3)- Le bocage ornais.

Les parties les plus élevées reçoivent plus d'un mètre de pluie par an (Forêt d'Andaine, Forêt d'Ecouvès). Les pluies diminuent légèrement de l'Ouest vers l'Est. Dans la Forêt d'Andaine et ses environs, les pluies tombent en abondance par temps d'Ouest. Puis elles diminuent progressivement vers l'Est. Cette influence occidentale

s'amenuise au-delà d'une ligne limitée par Domfront au Sud, la Forêt d'Andaine au centre, Sées au Nord.

Les perturbations de Sud-Ouest, surtout actives en automne et en hiver, provoquent dans toute la région des pluies abondantes. En été, des orages peuvent éclater.

La hauteur d'eau annuelle diminue du Sud au Nord. Une coupe, malheureusement effectuée sur deux ans (1968-1969), en raison de lacunes importantes, montre bien ce phénomène :

| | | |
|------------------|-------|--------|
| Domfront | 232 m | 843 mm |
| Champsecret | 300 m | 942 mm |
| Bellou-en-Houlme | 225 m | 799 mm |
| Athis-de l'Orne | 235 m | 731 mm |

Une coupe plus à l'Est donnerait des résultats identiques. Nous avons utilisé des chiffres des années 1879, 1880, 1883, 1884, 1885 :

| | | | |
|------------------|-------|---------|-----------------|
| St-Denis/Sarthon | 202 m | 907 mm | |
| Forêt d'Ecouves | 331 m | 1046 mm | |
| Sées | 192 m | 842 mm | 799 mm (de 1951 |
| Argentan | 164 m | 707 mm | 712 mm à 1970) |

Les stations qui relèvent la température manquent.

Domfront est plus chaud qu'Athis ou Argentan :

| | | | | |
|-------------|-------|--------------|-------|-------------|
| en Février, | + 0°8 | pour les Tn, | + 1° | pour les Tx |
| en Août, | - 0°1 | | + 0°6 | |

Nous ne reparlerons ni de la neige, ni des brouillards.

Les observations effectuées dans la Forêt d'Ecouves sont assez rares. Le point culminant de la Normandie (417 m) doit recevoir une lame d'eau de 1.200 mm environ et la température moyenne avoisine 8°.

4)- Les hauteurs orientales.

De Laigle à Mortagne s'étend sans doute la région la plus froide de toute la Normandie, en hiver. A même altitude, Couvains possède des minima d'hiver inférieurs de 0°3 à ceux d'Athis.

Citons un autre exemple. Le 5 Décembre 1969 dans les régions d'Argentan à Vimoutiers et de Domfront à Flers, toutes les routes sont verglacées. De Laigle à Mortagne, 20 centimètres de neige recouvrent le sol. La couche s'arrête vers Mortagne et Feings, mais elle s'étend davantage vers le Sud dans la région de Longny. Les minima, dans la nuit du 5 au 6, ont atteint :

| | |
|-------------------|---|
| Courgeons, au Sud | 0° |
| Feings | - 3° (au pied des collines
du Perche) |
| Tourouvre | - 0°5 (hauteur au Sud de la
Forêt du Perche) |
| Randonnai | - 3° (au Nord de la Forêt) |
| Les Aspres | - 4° (dans une petite vallée) |

Dans la journée du 6, les températures relevées à 15 heures donnaient les résultats suivants :

| | |
|------------------|-------|
| Courgeon | 1° |
| Feings | 0° |
| Tourouvre | 0° |
| Etoile du Perche | - 0°5 |
| Randonnai | - 0°5 |
| Les Aspres | 1° |

Cet exemple montre :

- 1°- l'influence réfrigérante de la forêt,
- 2°- les minima inférieurs dans les régions basses,
- 3°- la chaleur plus élevée de la partie Sud.

Un autre exemple complètera ces recherches personnelles.

Variations de la température
pendant la période 1911-1912-1913

| | <u>Température</u>
<u>moyenne</u> | | <u>Moyenne</u>
<u>des Tn</u> | <u>Moyenne</u>
<u>des Tx</u> |
|-----------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|---------------------------------|
| Mâle | 135 m | 12° | 5°8 | 19°2 |
| Bellême | 236 m | 11° | 6°3 | 15°7 |
| Mortagne | 240 m | 10°6 | 6°6 | 14°6 |
| Forêt de Reno | 236 m | 9°6 | 4°1 | 15°1 |
| Forêt du Perche | 283 m | 10°7 | 5°6 | 15°8 |
| Laigle | 242 m | 11° | 4°4 | 17°6 |
| Gacé | 189 m | 10°2 | 5°9 | 15°1 |
| ----- | | | | |
| Alençon | 140 m | 11°2 | 6°7 | 15°6 |
| Argentan | 160 m | 10°6 | 4°4 | 16°5 |
| ----- | | | | |

Cette coupe Nord-Sud des températures confirme les constatations précédentes. Mâle, dans la vallée de l'Huisne, au Sud de Nogent-le-Rotrou, bat le record de chaleur. Le refroidissement commence à Mortagne malgré des minima élevés. La Forêt de Reno, plus à l'Est, est plus froide que la Forêt du Perche. Laigle, dans une vallée, possède des minima faibles et des maxima plus élevés. Gacé, à plus faible altitude, mais plus au Nord, apparaît comme une des stations les plus froides.

Les nuances climatiques varient donc du Sud au Nord, plus en fonction des températures que des précipitations comprises entre 650 et 800 mm, à quelques exceptions près.

Le Sud est légèrement plus chaud dans sa partie occidentale ou dans des vallées comme l'Huisne (climat comparable à celui d' Alençon). A l'Est, les influences méridionales n'atteignent plus le Nord des collines du Perche. Dès Mortagne et la Forêt de Reno, les températures s'abaissent (altitude, barrière forestière) ; en hiver surtout, seul l'air froid reste près du sol. La neige y est fréquente. Les gelées surviennent jusqu'en Mai. La végétation retarde d'une quinzaine de jours. Dans la Forêt du Perche et de Boismoulins, les pluies dépassent 900 mm.

Au Nord, les températures augmentent légèrement en hiver, mais diminuent en été. La pluviosité, due aux perturbations de Sud-Ouest, diminue au Nord de la Forêt du Perche. L'influence des masses d'air arrivant de l'Ouest joue un rôle plus important à partir de Laigle ; à partir de Gacé, les pluies sont liées surtout aux temps de Nord-Ouest. Pour cette raison, la lame d'eau croît vers le Nord ; le Sap (866 mm moyenne 1951-1970), à 150 m d'altitude, reçoit presque autant de pluie que la Forêt du Perche.

La complexité de toute cette région est encore accentuée par les différences de sol, d'altitude, la présence de forêts. Une promenade dans le Sud du département, à Pâques, montre la juxtaposition d'endroits où la végétation a gardé son caractère hivernal et d'autres où le printemps apparaît dans toute sa splendeur. Au Nord, la diversité est moindre, et la floraison plus tardive.

5)- La campagne d'Argentan et ses annexes.

Le climat de la Campagne d'Argentan, bien abritée,

offre un aspect plus continental.

Les froids sont plus rigoureux en hiver, surtout à Sées, proche de la forêt. La moyenne des minima tombe au-dessous de 0°. On relève une centaine de jours de gel.

Le réchauffement printanier débute assez tôt.

Les températures estivales dépassent 23° en Juillet à Argentan.

| | | |
|---------------------------------|------|-----------|
| Moyenne des maxima de Juillet : | 23°1 | 1891-1930 |
| | 23°3 | 1956-1970 |
| | 24°2 | 1964-1973 |
| | 24°4 | 1970-1973 |
| d'Août | : | 23°8 " |

On ne retrouve pas une chaleur semblable partout, à Exmes, par exemple. La vallée de l'Orne paraît un lieu favorisé : la floraison des pommiers au printemps est très précoce d'Argentan à Pont d'Ouilly. La communication est facile entre Alençon et Sées. La vallée de l'Orne constitue, au-delà, un itinéraire privilégié pour l'air chaud. Le sol calcaire qui s'échauffe, facilement et les versants de la vallée qui renvoient la chaleur facilitent ce phénomène.

La vallée de l'Orne canalise les orages. Ceci explique la répartition assez équilibrée des pluies au cours de l'année (de 44 à 77 mm pour la période 1951-1970). La hauteur de la lame d'eau reste donc assez élevée pour une région encaissée (712 mm). SANSON a noté dans Les Etudes Normandes, N° 33, p. 739, la rose des vents d'Argentan. Les vents viennent surtout de :

SW : La masse d'air descend des lignes de crête

W : Direction de la vallée de l'Orne

NW : Le vent suit la ligne des forêts de Falaise à
Gouffern.

La vitesse est faible ; calmes et vents de 1 m/s dominent. Ceux qui sont supérieurs à 4 m/s ne représentent qu'un cas sur quatre.

Le climat de la Campagne d'Argentan présente une originalité certaine. Vouloir l'assimiler à celui de la Campagne d'Alençon qui offre un caractère plus méridional, et surtout à celui de la Campagne de Caen qui garde une forte empreinte maritime, serait une erreur.

6)- Le Pays de Bray et ses bordures.

Malgré quelques études récentes sur la végétation du Bray, citées dans notre bibliographie, nous connaissons mal le climat de cette région. Deux stations fonctionnent actuellement : Buchy et Forges.

Les Ponts-et-Chaussées ont effectué des mesures de 1892 à 1898, à 9 heures du matin, dans toute la Seine maritime. Les différences avec la température annuelle ((moyenne 9°3 de 1892 à 1898) s'établissent ainsi :

| | | |
|-------------|-------|-------|
| Londinières | 78 m | - 1°8 |
| Buchy | 195 m | - 0°3 |
| Gournay | 96 m | + 0°9 |
| Aumale | 122 m | + 1°2 |
| Neufchatel | 96 m | + 1°4 |
| Blangy | 53 m | + 1°5 |

La partie orientale du Bray paraît légèrement plus froide. Plus on se rapproche de la mer, plus les températures augmentent. Au printemps, les pommiers, morts à Forges, commencent à bourgeonner dans les vallées, surtout le long de la Bresle.

Les plateaux du Petit-Caux paraissent froids ; Londinières, située dans une vallée, possède des températures plus basses que Buchy. Nous avons mesuré à Pâques une différence de 3° entre Blangy et les sommets voisins. Le manque de stations ne permet pas de donner des résultats définitifs.

Les postes pluviométriques sont plus nombreux.

Hauteur de la lame d'eau

Altitude moyenne

| | | 1891-1930 | 1961-70 | 1971-73 |
|------------------|--------------|-----------|---------|---------|
| Neufchatel-en-B. | 80 m | 827 mm | 825 mm | 582 mm |
| Buchy | 195 ou 201 m | 946 | 966 | 665 |
| Auffay | 125 m | | | 597 |
| Forges | 158 | | 875 | 591 |
| Gournay | 95 m | 702 | 782 | 630 |
| Morienne | 205 | | | 641 |
| St-Martin-le-G. | 147 | | | 687 |
| Aumale | 126 | 732 | | |
| Blangy | 56 | 832 | | |
| Eu | 25 | 799 | | |
| Londinières | 83 | 754 | | |

La lecture de ce tableau montre des discordances importantes entre les moyennes. Neufchatel, généralement plus arrosée que Gournay, a reçu moins de pluie de 1971 à 1973. Ces anomalies laissent supposer un régime différent.

De 1961 à 1970, les situations de blocage sont très fréquentes. Décembre reçoit davantage de pluie que Janvier à Neufchatel et Buchy. A Forges et à Gournay, Janvier reste le mois le plus arrosé. Les masses d'air maritime atteignent rarement la partie orientale du Bray, arrêtées probablement par les hauteurs de Forges et les plateaux qui s'étendent de Compainville à Réélécamp.

L'abondance relative des pluies d'été, dans la partie orientale, explique la deuxième différence du régime entre Neufchatel et Gournay :

| | | |
|------------|----------------------|------------------|
| Eté 1972 : | 123 mm à Neufchatel, | 198 mm à Gournay |
| Eté 1973 : | 53 mm | 127 |

Les orages provoquent souvent des averses dans la dernière station. Les précipitations augmentent par type de marais barométrique, car la chaleur favorise la convection. Cette influence, surtout sensible à Gournay, décroît progressivement vers la côte et du Nord vers le Sud : Le Tréport, en été, reçoit davantage de pluies que Fécamp.

Le Bray apparaît donc comme une région relativement humide, surtout le bombement central et la bordure Sud. Sur les hauteurs qui séparent l'Epte de l'Andelle et le Petit Caux, les précipitations doivent être plus abondantes. Il n'existe aucune station, à l'exception de Morienne, généralement un peu moins arrosée que Buchy. Or, les hauteurs de Smermesnil, plus à l'Ouest, reçoivent une lame d'eau plus importante car elles sont atteintes par les masses d'air maritime en hiver, et les pluies augmentent légèrement du Sud vers le Nord en été. Nous pensons que les

hauteurs supérieures à 200 mètres, dans le Petit Caux, doivent recevoir au moins 900 mm, probablement 1.000 (Buchy 966 mm).

Forges semble être une des stations normandes qui reçoivent le plus de neige. Un sondage effectué de 1892 à 1910 (19 ans) porte sur les épaisseurs égales ou supérieures à 5 centimètres. Les nombres d'années où cette abondance a été réalisée sont les suivantes :

| |
|---|
| 10 cas sur 19 à Forges (4 fois la couche a dépassé
30 cm, maximum 40 cm) |
| 10 à Buchy (maximum 20 cm) |
| 8 à Londinières (28 cm) |
| 6 à Gournay (16 cm). |

Le Bray et ses bordures apparaissent donc comme des régions de climat assez rude (sauf à proximité de la mer) avec des nuances continentales.

CONCLUSION

Les nuances des climats normands, déjà importantes sur la côte, se multiplient à l'intérieur. Deux types de temps apportent une diversification notable : blocages et marais barométriques. Le premier provoque la diminution des pluies de Décembre à Mars et un froid plus rigoureux, surtout en Décembre ; le deuxième favorise l'accroissement des pluies d'été, dans la partie orientale de la Normandie, alors que l'Ouest reste doux et humide en hiver, mais plus sec pendant la saison chaude.

La position de la station plus ou moins à l'Ouest, sa proximité ou son éloignement de la mer, sa situation abritée ou exposée aux vents pluvieux, les différences d'altitude, la présence de forêts ... représentent autant de facteurs importants qui créent une originalité climatique propre à chaque région. Des limites plus nettes apparaissent, liées aux bassins-versants de certaines rivières, ou à des masses forestières.

Toutefois, l'influence océanique reste prédominante sur l'ensemble de la province, et cela contribue à créer l'unité climatique de l'ensemble. La proximité de la mer compense la position en latitude de la Normandie. Le calcul des bilans d'énergie le prouve et montre de façon précise la part de l'advection de chaleur qui vient de la mer et la part de la chaleur distribuée in situ par la radiation.

Nous allons calculer les bilans d'énergie en suivant la méthode utilisée par P. PÉDELABORDE au cours de ses séminaires (1972-1973) ou dans ses articles :

"Les bilans hydriques", Cahiers de Géographie du Québec,
N° 25, p. 7-17 (A)

"Les bilans d'énergie appliqués aux climats. Le taux
de Bowen". Géographie et Recherche, 1973, N° 6,
P. 1-11 (B)

"Le calcul du rayonnement terrestre effectif",
Ibid., 1974, N° 11, p.

Le calcul sera effectué pour Caen-Carpiquet située
à 49°10'.

Le bilan au sol :

$$R_{net} = R_g (I - A_s) - N$$

R_{net} = radiation nette, ce que gagne le substratum

R_g = radiation globale (radiation diffuse et radiation directe additionnées).

Pour restituer la radiation globale solaire, P.

PÉDELABORDE utilise la formule :

$$R_g = R_{g_A} (0,29 \cos \varphi + 0,62 \text{ fr})$$

R_{g_A} = radiation globale solaire si l'atmosphère n'existait pas, mesurée à 800 km, en supposant une constante solaire égale à 1,95 cal/cm²/mn. Des tables la donnent mois par mois (Ap 19).

$\cos \varphi$ = cosinus de la latitude : 0,65

fr = fraction d'insolation, 0,34 pour l'année.

R_g reconstitué mois par mois donne un total égal à 254 ly/jour.

A_s = albedo du substratum.

L'albedo du substratum est sans doute égal à 0,15, d'après les satellites. Si l'on tient compte des jours de neige où l'albedo est plus élevé, on obtient pour Caen 0,16.

N = rayonnement terrestre effectif vers l'espace.

On le calcule d'après la formule :

$$N = 6 T^4_{sol} \cdot \epsilon \cdot \overset{\circ}{A}$$

Il faut chercher la température du sol. La température moyenne de l'air à Caen est égale à 10°5 ; la température superficielle du sol est supérieure en moyenne de 0°6 (B p 5).

La radiation pour une température au sol de $11^{\circ}1$ se calcule d'après la Table 6 T⁴ (A p. 21) et est égale à 763 ly/jour.

$$\epsilon = \text{émissivité} = 0,95$$

$\bar{A}$ = nombre d'Angström (rapport de la radiation effective à la radiation de la terre)
est égal à 0,16 à Caen (P. PEDELABORDE).

$$N = 763 \times 0,95 \times 0,16 = 116 \text{ ly/jour.}$$

Le bilan au sol est donc égal à :

$$R_{\text{net}} = 254 (1 - 0,16) = 116 = 97 \text{ ly/jour.}$$

Le rayonnement net permet de chauffer le sol ($Q_s = 0$ au cours de l'année), l'air (Q_c) et d'évaporer l'eau (Q_L).

R_{net} est donc égal pour l'ensemble de l'année à $Q_c + Q_L$. $\frac{Q_c}{Q_L}$ = taux de Bowen. Il est égal à 0,14 pour Caen (Bp 8).

$$Q_L = \frac{R_{\text{net}}}{1 + \beta} = \frac{97}{1,14} = 84 \text{ ly/jour}$$

$$Q_c = 97 - 84 = 13 \text{ ly/jour}$$

La chaleur latente Q_L sert à évaporer en théorie une certaine hauteur d'eau que l'on peut calculer. Il faut 60 calories (L) pour permettre l'évaporation d'un millimètre d'eau par cm². La quantité d'énergie est calculée par jour ; donc, pour obtenir l'évaporation théorique annuelle, il faut multiplier par 365.

$$\text{Evaporation théorique} = \frac{Q_L}{L} = \frac{84 \times 365}{60} = 512 \text{ mm par an.}$$

Pour calculer l'évaporation vraie, on choisit une petite vallée près de Caen, la Mue. Celle-ci écoule 200 mm par an. Les précipitations, restituées à Caen

(augmentées de 10 % en raison du déficit des pluviomètres), fournissent 760 mm. Evaporation vraie = $760 - 200 = 560$ mm.

L'évaporation vraie est donc supérieure à l'évaporation théorique ; en plus de l'énergie solaire, il faut donc une advection de chaleur capable d'évaporer $560 - 512 = 48$ millimètres par an. Il faut donc par jour un supplément de chaleur de :

$$\frac{48 \times 60}{365} = 8 \text{ ly/jour.}$$

Bilan à l'extérieur de l'atmosphère : $R(T + A)$

$$R(T + A) = S_0(I - A_p) - E_0$$

- $R(T+A)$ = bilan du système (Terre + Atmosphère)

- S_0 = Radiation solaire en ly/jour en moyenne pour toute l'année en admettant une constante solaire

$$I_0 = 1,95 \text{ cal/cm}^2/\text{mn.}$$

La table est donnée dans (A p. 19). A la latitude de Caen, elle est égale à 595 ly/jour en moyenne par an.

A_p = albédo planétaire, soit la radiation réfléchie à la limite extérieure de l'atm. La carte planétaire a été établie par Nimbus III et publiée par E. RASCHKE :

Die Strahlungs bilanz des Systems Erde, Atmosphäre, fig. 7.4.

A Caen, l'albédo planétaire est égal à 0,35.

E_0 = émission de la terre vers l'espace. Carte établie également par Nimbus III (id. fig. 7.3).

Pour Caen 0,35 par minute, soit par jour :

$$0,35 \times 1440 = 504 \text{ ly/jour.}$$

Le bilan à l'extérieur de l'atmosphère, soit $R(T+A)$ est donc de :

$$595 \times (1 - 0,35) = 504 = -117 \text{ ly/jour.}$$

On sait que $R_{(T+A)}$ est négatif sur toute la planète, de 37° au pôle et sur le Sahara.

Bilan radiatif de l'atmosphère (R_A)

$$R_A = R_{(T+A)} - R_{\text{net}} = 117 - 97 = -214 \text{ ly/jour}$$

Le bilan radiatif est négatif, comme sur toutes les régions du monde.

On sait que le bilan de chaleur est au contraire nul, et que :

$$R_A + Q_c + L.P_r = \text{Div } Q = 0$$

(P_r = les précipitations vraies, soit 760 mm)

$$\text{D'où : } \text{Div } Q = R_A + Q_c + L.P_r = -214 + 13 + \frac{(760 \times 60^\circ)}{365} = 76 \text{ ly/jour.}$$

Puisque $\text{Div } Q < 0$, il y a advection de chaleur.

Cette advection fournit 76 ly/j. qui servent respectivement :

1°- 8 ly pour évaporer l'eau,

2°- 68 ly pour chauffer l'air.

On peut donc résumer ainsi le bilan thermique de Caen.

| ly/j. | <u>Chaleur sensible</u> | <u>Chaleur latente d'évaporation</u> | <u>Total</u> |
|-------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Soleil : | 12 | 84 | 96 |
| Advection : | 68 | 8 | 76 |
| Total : | 80 | 92 | 172 |

Le bilan thermique de Paris, calculé par P. PEDELABORDE et aimablement fourni, est un peu différent :

| ly/j. | <u>Chaleur
sensible</u> | <u>Chaleur
latente</u> | <u>Total</u> |
|-------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|
| Soleil : | 21 | 79 | 100 |
| Advection : | <u>88</u> | <u>12</u> | <u>100</u> |
| Total : | 109 | 91 | 200 |

L'advection apporte donc moins de chaleur à Caen qu'à Paris, respectivement 1/4 et 1/3 de la radiation globale. C'est normal :

1°- Il pleut davantage à Caen (caractère océanique). L'apport des pluies sous forme de chaleur latente libérée est donc supérieur. Le déficit qui déclenche l'advection est alors moindre à Caen.

2°- La nébulosité est plus forte et la température inférieure (traits océaniques aussi). L'émission vers l'espace est donc réduite et le bilan devient meilleur. D'où, encore, la nécessité moindre de l'advection de chaleur.

Les calculs effectués par P. BROCHET et N. GERBIER (Recueil de données agro-climatiques, Monographie N° 75 M.N.), avec une méthode légèrement différente, donnent pour Rnet :

| | <u>Alençon</u> | <u>Caen</u> | <u>Rouen</u> | |
|-----------|----------------|-------------|--------------|---------|
| Mars | 81,1 | 82,3 | 76,4 | ly/jour |
| Avril | 151,2 | 153,5 | 143,1 | |
| Mai | 215,7 | 223,7 | 208,6 | |
| Juin | 252,5 | 256,4 | 243,7 | |
| Juillet | 238,5 | 242,3 | 227,5 | |
| Août | 186,3 | 193 | 180 | |
| Septembre | 114,1 | 118,2 | 110,6 | |
| Octobre | 42,9 | 41,4 | 39,8 | |

Les différences d'une station à l'autre de la Normandie restent assez faibles. Alençon, plus au Sud, a un rayonnement net légèrement supérieur à celui de Caen. Rouvray, au contraire, est légèrement défavorisé. Le maximum du rayonnement net est atteint en Juin.

Les travaux de P. PÉDELABORDE (A) sur les bilans hydriques de Normandie montrent, pour l'Orne, à Cosséville :

- une reconstitution des réserves en eau, en Octobre et Novembre ;
- un écoulement de Décembre à Mars,
- Une restitution en Avril,
- un déficit en eau de Mai à Septembre.

Les résultats de C.M. COSANDEY, relatifs à l'Odon (Recherches sur les bilans hydrologiques mensuels), sont à peu près équivalents.

Tous ces caractères sont bien ceux d'un climat et d'une hydrologie océaniques.

Les calculs effectués à la station météorologique de Rouen par la méthode de Thornthwaite (Critique de P. Pédelaborde Ap.12) sont résumés dans le Bulletin climatologique de Haute-Normandie (Sept. 1973). Le bilan s'établit à des dates variables chaque année :

| | <u>Rouvray</u> | <u>Boos</u> |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | <u>1963-1967</u> | <u>1968-1973</u> |
| Reconstitution des réserves | 30 Août-
26 Octobre | 14 Septembre-
9 Novembre |
| Début de l'écoulement | 14 Nov.-
31 Janv. | 17 Nov.-
22 Janv. |
| Début de la restitution | 3 Avr.-5 Mai | 17 Mars-30 Mai |
| Début du déficit | 16 Juin-5 Juil. | 3 Juil.-22 Juil. |

Malgré la différence de méthode (les pluies ne sont pas restituées), un fait paraît important : le déficit commence plus tard à Rouen qu'en Basse-Normandie. Les pluies de saison chaude sont en effet plus importantes qu'à Caen. Le déficit en eau des sols apparaît plus grave dans les régions occidentales peu arrosées comme la Campagne de Caen. Mais il est néfaste sur toute la province. Aussi l'irrigation se répand-elle de plus en plus sur le Vexin et la partie orientale de l'Eure.

Une réduction de l'évapo-transpiration potentielle serait possible par l'établissement de coupe-vents (travaux de Bouchet). Certains ont été créés très récemment dans le Pays de Caux pour protéger des cultures arbustives. L'arrachage des haies dans la partie occidentale du Cotentin aboutirait dans certains endroits à une sorte de désertification : les strates inférieures de la végétation disparaîtraient progressivement, la pelouse littorale s'étendrait (pâturage à moutons dans la presqu'île de La Hague). L'arbre est le meilleur élément protecteur contre le vent.

C h a p i t r e X V

L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

Une étude historique du climat normand, avec des méthodes semblables à celles utilisées par E. LE ROY LADURIE, dépasse le cadre de cet ouvrage.

La comparaison des données chiffrées apparaît difficile. On ignore, le plus souvent, les lieux précis d'observations. Les instruments n'offrent pas la même garantie de précision qu'aujourd'hui.

D'autre part, il n'existe pas de longues séries d'observations effectuées sur un même site, en Normandie.

Les archives ne donnent qu'une vue fragmentaire et souvent faussée du climat. Le plus souvent, les contemporains parlent du temps lorsqu'un événement exceptionnel survient. Aux archives du Parlement de Rouen, on lit des remarques sur les dégâts des glaces charriées par la Seine aux ponts de Rouen (7 Mars 1564, 8 Février 1635 ...). Aux archives de l'Abbaye de Saint-Ouen, on note surtout les dommages des ouragans aux clochers des églises (Juin 1683 ...).

Notre étude commencera donc en 1763, date à laquelle les Annonces et Affiches de la Haute et Basse Normandie ont publié un "bulletin météorologique hebdomadaire".

I- UN SIÈCLE D'ÉTUDES FRAGMENTAIRES DU CLIMAT NORMAND.

Les recherches dans les archives, les bibliothèques, le dépouillement systématique d'anciens journaux, ou de vieilles revues des sociétés savantes locales, de l'Académie de Médecine ... nous ont apporté beaucoup de renseignements fragmentaires. Les meilleurs donnent quelques détails précis sur un ou deux années. Trois ensembles apparaissent plus riches en enseignements :

1°- De 1763 à 1768, l'abbé VREGON publie une chronique météorologique dans les Annonces et Affiches et Avis divers de la Haute Normandie. Le N° 1 est daté : le vendredi 3 Juin 1763. L'abbé possédait un thermomètre Réaumur, rempli de mercure, situé en haut d'une maison, face au Nord et à l'Est. Des observations complémentaires étaient notées lors de changement de temps important. On effectuait ces relevés à 7 heures du matin, à 4 heures de l'après-midi, et pendant un certain temps, à midi.

Jusqu'en 1767, les températures les plus basses et les plus hautes paraissaient seules dans le Journal avec les variations de pression et les vents dominants. Puis les relevés deviennent quotidiens.

Après 1770, les observations n'ont plus grande valeur. Il semble que le thermomètre présenté par M. Scanégalty à l'Académie soit utilisé. Il est différent de celui de Réaumur ; l'eau ne bout plus à 80°, comme dans le thermomètre Réaumur, mais à 90°.

D'autre part, sur le Journal, les températures négatives ne sont plus marquées. Les lacunes sont nombreuses. On ne peut donc plus utiliser ces chiffres.

D'autres observations, relevées par Lepecq de la Cloture, paraissent dans l'Histoire et Mémoire de la Société Royale de Médecine dans le cadre de l'enquête menée par Vicq d'Azil.

Les lacunes sont importantes. Les années utilisables restent peu nombreuses :

1778
1779
1780
1783
1784
1785.

Ces éléments, par trop disparates, ne peuvent constituer une véritable série.

2°- Aux Archives de Caen, nous avons découvert un document unique (T. 2388), une sorte de résumé mensuel de toutes les observations météorologiques effectuées de 1780 à 1804. Aucune lacune pendant 25 ans. L'origine n'est pas précisée. Mais nous avons retrouvé les chiffres de 1780 dans l'Histoire et Mémoire de la Société Royale de Médecine, attribués à Caen. Par d'autres documents

(principalement dans le Calendrier révolutionnaire), nous avons appris l'existence de relevés effectués par la Société de Médecine de Caen, au Jardin des Plantes en particulier. Des observations ont été faites, au même endroit, à des dates ultérieures. Ces renseignements offrent donc un intérêt capital, tant par leur durée que par leur précision.

3°- Mgr de la Roque aurait continué des observations pendant 40 ans à Cherbourg. Malgré des recherches sur place, nous n'avons rien trouvé, à l'exception d'un bref résumé paru dans l'Annuaire normand de 1637. Nous possédons, par contre, deux séries très brèves de 1638 à 1642 (M. Lamarche) et de 1848 à 1851. Les chiffres de cette période ont été relevés et commentés par E. Liais, astronome à l'Observatoire impérial de Paris, secrétaire de la Société Météorologique de France. Il avait édifié dans sa propriété, qu'il est toujours possible de visiter à Cherbourg, une station météorologique.

4°- Les autres renseignements obtenus, surtout dans de vieux journaux ou revues, offrent moins d'intérêt. Les relevés n'ont duré que quelques mois, à la rigueur un ou deux ans. Les descriptions du climat remplacent les observations. Certaines, comme à Evreux, sont précises et donnent une bonne approximation du temps du mois.

On possède des données chiffrées, continues à partir de 1845. Malheureusement, depuis cette date, aucune série

complète n'existe. La juxtaposition des relevés de plusieurs stations permet, malgré tout, une étude précise de l'évolution du climat.

Les premières observations sur Rouen ne peuvent fournir des résultats immédiatement intéressants. Par contre, malgré les dangers de cette méthode, nous comparerons les moyennes des 25 années relevées dans la région caennaise avec celles de 1931-1960. La notion de gel est plus facilement décelable et paraît presque plus juste que les relevés de température effectués dans des conditions différentes.

Nombre moyen de jours de gelée par an

| | <u>Période 1780-1804</u> | <u>1931-1960</u> |
|----------|--------------------------|------------------|
| Octobre | 1 | 1 |
| Novembre | 3 | 4 |
| Décembre | 7 | 8 |
| Janvier | 8 | 12 |
| Février | 6 | 10 |
| Mars | 5 | 8 |
| Avril | 1 | 1 |
| Mai | 0,1 | 0,1 |
| TOTAL | 30 jours | 44 jours |

Cet échantillon de 25 ans n'est certes pas nécessairement représentatif d'une période de 250 ans. Mais les observations relevées en Normandie depuis 1763 confirment cette tendance comme nous le verrons ultérieurement.

Ce résultat peut paraître surprenant. Si l'on suit le schéma communément admis (R.G. VERYARD dans la présentation des variations climatiques pour le Colloque de Londres sur les Changements de climat, p. 19), le monde a

traversé un petit âge glaciaire de 1600 à 1850. Le nombre de jours de gel, pour cette partie de la Normandie, est inférieur à celui d'aujourd'hui. La répartition est, du reste, équivalente au cours de l'année, mais le gel paraît moins fréquent de Janvier à Mars.

D'autres résultats confirment ces constatations ; de 1763 à 1768, la date de la première gelée a varié, à Rouen, du 2 Octobre au 4 Décembre, du 8 Octobre au 27 Novembre de 1945 à 1960.

La dernière gelée de printemps a oscillé entre le 7 Mars et le 22 Mai de 1763 à 1768, et entre le 3 Avril et le 23 Mai.

La moyenne des jours de neige est semblable : 11 jours au XVIII^e contre 13 au XX^eme.

Nombre moyen de jours de neige par an à Caen

| | <u>Période 1780-1804</u> | <u>Période 1951-1960</u> |
|----------|--------------------------|--------------------------|
| Novembre | 0,2 | 0,1 |
| Décembre | 2 | 1 |
| Janvier | 2 | 4 |
| Février | 3 | 5 |
| Mars | 2 | 2 |
| Avril | 1 | 1 |

Une petite différence dans la répartition des jours de neige : ils sont légèrement plus nombreux au début de l'hiver et plus rares en Janvier et Février.

Effectuons la moyenne des températures en convertissant les degrés Réaumur en centigrades à raison de 1°25 C pour 1° R.

Températures moyennes par mois à Caen

| | <u>Période 1780-1804</u> | <u>1931-1960</u> |
|-----------|--------------------------|------------------|
| Janvier | 3°5 | 4°3 |
| Février | 4°4 | 4°6 |
| Mars | 5°9 | 7° |
| Avril | 8°9 | 9°2 |
| Mai | 12°4 | 12°3 |
| Juin | 15°4 | 15° |
| Juillet | 17° | 17° |
| Août | 17°8 | 17° |
| Septembre | 15°1 | 15°2 |
| Octobre | 11°1 | 11°5 |
| Novembre | 6°5 | 7°5 |
| Décembre | 3°5 | 5°1 |
| ANNEE | 10°1 | 10°5 |

Les différences insignifiantes peuvent s'expliquer par la localisation du thermomètre sur une maison face au Nord. Il est possible que les températures d'hiver soient plus basses et celles d'été plus hautes. Les écarts, importants, sont supérieurs à 1° en Mars, Novembre et Décembre. La moyenne des températures, plus basses en hiver, ne correspond pas au plus petit nombre de jours de gel.

A ces quelques remarques près, les deux moyennes sont très proches l'une de l'autre et il est impossible de parler de changement de climat dans ce cas.

Essayons maintenant de replacer cette série dans une perspective historique plus large. Nous utiliserons les autres renseignements à titre comparatif.

En 1763, il n'existait que quelques données par semaine. Il est donc impossible de calculer une moyenne. Nous relèverons pour chaque mois la température la plus basse et la plus haute converties en degrés centigrades. Ces températures (7 heures et 12 heures, puis 16 heures), ne peuvent guère être comparées avec d'autres chiffres (R p. 611-613).

Jusqu'en Avril 1767, nous disposons de deux relevés de température, en moyenne, par semaine ; puis, tous les jours jusqu'en Novembre 1768. Actuellement, la température à 7 h. T.U. doit être légèrement inférieure à 3°. Pour les cinq années où l'on possède quelques chiffres, la moyenne en cette deuxième moitié du dix-huitième siècle atteint également 3°. Il ne semble pas qu'en Normandie la température soit plus basse qu'aujourd'hui ; ces chiffres confirment les résultats obtenus à Caen et le nombre de jours de gel ou de neige.

L'hiver 1764 a été particulièrement doux et pluvieux ; la Seine a débordé. Puis les hivers deviennent plus froids, surtout celui de 1767-68. Le gel avait commencé dès le 4 Décembre. Du 20 Décembre au 7 Janvier, il est continu dans la journée. On relève des températures de - 10° à - 15° C. La température extrême a été relevée entre 7 et 8 heures et demie : - 21° C. A midi, le thermomètre marquait encore - 14° le 5 Janvier 1768. Une polémique s'est ouverte dans le Journal pour comparer l'hiver avec celui de 1709. D'après l'observateur, le froid était plus intense en 1709 où le minimum absolu avait atteint - 23° C.

En 1767-68, ces très basses températures ne durèrent que dix-huit jours. L'hiver 1768-69, par contre, fut très doux. La température la plus basse, - 4°, apparut seulement le 10 Mars.

A partir de 1770, il n'est plus possible d'utiliser ces chiffres en hiver ; les degrés inférieurs à 0° sont occasionnellement indiqués. En 1770, le début de l'hiver a été doux et très pluvieux. Mais le 10 Janvier 1771, trois à quatre pieds de neige recouvrent le sol. La navigation sur la Seine est suspendue à cause des glaces. L'hiver 1771-72 a été très doux, surtout en Février où les températures relevées le soir sont assez élevées (les vents viennent du secteur SSW à WNW).

Nous n'avons pas noté d'autres renseignements avant l'hiver 1776. On lit dans le Bulletin climatologique de Haute Normandie (Déc. 1868, p. 26), cette citation :

"L'embouchure de la Seine, sur une largeur de plus de 8.000 mètres, se montra, le 29 Janvier 1776 et les jours suivants, toute couverte de glaces, ainsi que cette partie de mer comprise entre la Baie de Caen et le Cap de La Hève, en sorte que, du Havre, la mer paraissait couverte de glaces jusqu'à l'horizon ...".

A partir de 1777, on glane, dans l'Histoire et Mémoires de la Société Royale de Médecine, toute une série de chiffres. Une seule station normande en hiver : Laigle. Le relevé des températures extrêmes du mois ne renseigne guère, mais les vents viennent d' Ouest et de Sud, et les tempéra-

tures des stations bretonnes soulignent la douceur de l'hiver.

L'hiver 1778 fut froid, humide en Janvier et plus sec en Février. La moyenne oscille autour de 1° à Rouen avec prédominance de vent de secteur Nord à Est. A Avranches, la température la plus basse est :

- 1° en Janvier (- 7 à - 8° à Rouen
- 0° en Février (- 4 à - 5° C).

Les contemporains ont estimé que cet hiver était froid.

L'hiver 1779 est assez doux. A partir de 1880, nous possédons les chiffres de Caen. Au cours de la première ~~décennie~~, la moyenne des hivers est supérieure à celle de Carpiquet : 5° au lieu de 4°4 (moyenne 1946-1971). Sept hivers sont doux ou très doux. Les autres apparaissent plus froids, surtout 1783-84 et 1788-89.

L'hiver 83-84 commença fort tôt. Les minima atteignent :

- | | | |
|-------------------------|-----------|-----------------|
| 0° en Novembre à Caen ; | à Rouen | 0°5 à Pontorson |
| - 15° en Décembre | - 15° (?) | - 11° |
| - 11° en Janvier | - 12° | - 13° à Laigle |
| - 7° en Février | - 9° | |

Jusqu'en Avril, il a gelé. La neige tombe en abondance, surtout en Janvier et Février. A Caen, on a compté 31 jours de neige pendant l'hiver.

L'hiver 1788-89 est le plus célèbre. En Normandie, la moyenne a été plus basse. Voici les températures extrêmes de Décembre :

- 17° à Caen
- 15° dans la région d'Avranches
- 9° à Cherbourg.

Le froid, très vif, dure peu. Les vents d'Est de Décembre sont remplacés en Janvier et Février par des vents d'Ouest et de Sud. Des masses d'air maritime ont pénétré en Normandie alors qu'un air froid continuait à stagner ailleurs en France.

On relève à Paris - 21°8. Les Normands s'étonnent du peu de dégâts que le froid a pu causer dans leur région (au moins dans la partie occidentale). Julien de PAULMIER, dans la Pomologie normande, note que les plantes délicates de la région de Bayeux ont été épargnées (cèdres du Liban, cultures d'ananas, de bananiers, d'asperges, des cystes ...).

La ~~décennie~~ suivante est plus froide. Quatre hivers, de 1790 à 1793 et 1795-96, restent doux. Mais on compte cinq hivers froids, surtout 1794-95 et 1796-97. Janvier 1795 a même été plus rigoureux que Décembre 1788. On y relève le minimum absolu de la période 1780-1804 : - 18° C à Caen contre - 23°5 à Paris. Le minimum absolu pour la période 1946-1971 à Carpiquet atteint - 16°5. Dans l'Ouest de la Normandie, Décembre 1788 reste le mois le plus froid (Cherbourg).

Le nombre de jours de gel devient important :

| | | | |
|---------|---|----|--------------|
| 1788-89 | : | 40 | jours à Caen |
| 1796-97 | : | 46 | " |
| 1798-99 | : | 48 | " |
| 1794-95 | : | 49 | " |
| 1783-84 | : | 53 | " |

De 1800 à 1804, la moyenne baisse encore : 3°5. Mais il n'existe pas de froid très intense (moins de 30 jours de gel en 1801). A Saint-Lô, en 1801, les températures ont

varié de - 2°5 à + 29° avec 40 jours de gel et 23 jours et demi de neige.

Après 1804, les renseignements redeviennent descriptifs et plus sporadiques. On recueille des données dans les écrits des médecins de Caen (archives privées) ou dans l'Annuaire de la Société de Médecine du Département de l'Eure (1813-1823).

Deux remarques intéressantes semblent confirmer l'existence d'hivers assez semblables à ceux d'aujourd'hui :

1°- Un médecin, lors d'une épidémie à Bernières, près de Caen, estime que Décembre 1811 est froid et humide car les températures sont restées inférieures à 10°. Or, la moyenne des maxima à Caen atteint aujourd'hui 7°8.

2°- Nous avons relevé dans l'Annuaire du Calvados pour l'an XII la date de floraison des plantes au Jardin des Plantes de Caen. Monsieur l'Ingénieur en Chef nous a envoyé les dates actuelles de floraison pour cinquante espèces communes aux deux périodes :

46 % conservent les mêmes dates de floraison,
18 % fleurissent plus tôt aujourd'hui,
36 % fleurissent plus tard.

Pour le premier semestre de l'année, les pourcentages s'établissent respectivement à :

42,5 %
15 %
42,5 %

Si les hivers avaient été plus rigoureux que ceux d'aujourd'hui, 43 % des plantes n'auraient pas une floraison plus tardive à notre époque.

A Evreux, de 1813 à 1823, se succèdent des hivers froids et des hivers doux et humides. Aucun jour de gel ni de neige n'a été relevé de Décembre 1821 à Mars 1822.

Le printemps n'apparaît guère différent de celui d'aujourd'hui. Pour la moyenne 1780-1804 à Caen, Mars est plus froid : 5°9 au lieu de 7°. Par contre, pour la période 1764-1768, la température à 7 heures en Mars s'approche de celle d'Avril à Rouen-Rouvray. Les mois de Mars et d'Avril comptent des jours de gel, des averse brutales et les contemporains d'hier et d'aujourd'hui se plaignent souvent de ces mois éventés. En Mai, les beaux jours deviennent plus fréquents.

En été, seul le mois d'Août est légèrement plus chaud. (?) Les températures ne sont pas relevées sous abri ; les thermomètres sont le plus souvent installés sur la façade Nord de la maison. De 1780 à 1804, la moyenne à Caen atteint 17°8 (17° à Carpiquet). Le mois d'Août a été trois fois le mois le plus chaud (sur 6) de 1763 à 1768, à Rouen, et 15 fois sur 25 à Caen de 1780 à 1804 (12 fois de 1947 à 1971 à Carpiquet).

Juin est toujours plus chaud que Septembre à Rouen, mais seulement 13 fois sur 25 à Caen de 1780 à 1804 (10 fois de 1947 à 1971).

De 1763 à 1779, les mois les plus chauds furent :

Juin et Juillet 1757

Juillet et Août 1759

Août 1763

Juin à Août 1764

Août 1770 (le maximum atteint 35° à Rouen)

Juin 1772 (31° le 28 Juin à Rouen, 36° à Paris)

mais le reste de l'été paraît frais.

Juillet à Septembre 1777 , surtout dans l'Ouest de la Normandie:

le maximum s'élève :

en Juillet à 27° à Laigle, 26° à Avranches

| | | |
|------|-----|-----|
| Août | 26° | 28° |
|------|-----|-----|

| | | |
|-----------|-----|-----|
| Septembre | 25° | 27° |
|-----------|-----|-----|

Juillet 1778 (35° à Rouen, maximum à Rouvray depuis 1945: 38°).

De 1780 à 1804, nous retrouvons la série caennaise. La première décennie est très chaude (les hivers doux se succèdent). En 1780, la moyenne de l'été atteint 20°5 (supérieure de 4° à la moyenne actuelle) . Les étés de 1781 , 1782 , 1783 sont chauds . Juillet 1783 bat tous les records . La moyenne mensuelle s'élève à

21°9 à Caen

22°5 à Rouen

20°5 à Pontorson.

Le maximum absolu est noté à Caen : 37°5 (36°6 de 1946 à 1971).

La deuxième décennie paraît beaucoup plus fraîche . Les températures sont inférieures à la moyenne actuelle et, comparée à d'autres régions françaises , la Normandie semble plus froide , en particulier en 1785.

De 1800 à 1804 , les étés sont semblables à ceux d'aujourd'hui . Après 1804 , les renseignements deviennent imprécis.

On considère l'été 1810 comme chaud à Caen car les températures les plus fréquentes atteignent 22°5 (moyenne des maxima légèrement inférieure à 22° à Carpiquet) '.

En 1811, des températures de 28° sont fréquentes à Evreux. En 1818, le vent a soufflé plus de 50 jours de Sud ou d'Est et les températures sont élevées.

L'été 1821 suit un printemps froid et pluvieux. Il gèle fin Juin et même le 5 et le 6 Juillet à Evreux. Le temps devient plus variable après le 15.

Les renseignements concernant la sécheresse et l'humidité se réduisent à quelques remarques et les orages intéressent plus particulièrement les observateurs ; ils provoquent souvent des catastrophes. Jusqu'en 1776, observations rares :

l'été 1768, l'automne 1770 sont pluvieux ;

Avril 1769 (et le printemps 1772) est particulièrement sec ; les labours sont impossibles dans la région d'Alençon.

On a relevé le nombre de jours de pluie dans la série de Caen ; mais la définition doit être différente, car le nombre apparaît bien faible : 141 au lieu de 171.

Voici quelques exemples :

1782, considéré comme humide, compte 171 jours de pluie
(100 à Rouen)

1783, humide : 140 jours de pluie à Caen, 126 à Rouen ;

1784, variable 114 126

En 1785, il n'a guère plu en Bretagne ; on a compté 102 jours de pluie à Caen et 128 jours à Rouen. Dans cette dernière ville, plus de la moitié des mois sont dits humides. A Rouen, Mars est sec, mais dès Avril quelques averses apparaissent. Août est humide ; des pluies considérables tombent en Septembre. A Caen, comme à Laigle,

la sécheresse dure de Mars en Juin.

1788 paraît une année sèche : 108 jours de pluie à Caen. Ce chiffre peu élevé s'explique par la sécheresse du dernier trimestre au cours duquel on n'a relevé que 7 jours de pluie. Le reste de l'année a plutôt été humide en Normandie. Si, le 14 Mai 1788, le conseil de la ville de Montauban demande à l'évêque d'organiser des prières publiques pour faire cesser "l'affreuse sécheresse", au contraire l'évêque de Lisieux ordonne une neuvaine, le 1er Juillet 1788, "pour que s'arrête le péril que courent les biens de la terre par l'abondance des pluies". (Archives du Calvados, F 6743).

L'année la plus humide de ces 25 ans paraît être 1799, qui compte 192 jours de pluie.

Par contre, 1802, 1803, 1804 sont très sèches. En 1804, "la Normandie ne reçut pas une goutte d'eau pendant 95 jours consécutifs". "Les grands étés", Bulletin climatologique de la Seine-Maritime, p. 19).

| | | |
|----------|---|-----------------|
| A Caen : | 0 | jour en Juillet |
| | 1 | Août |
| | 2 | Septembre |
| | 4 | Octobre. |

De 1790 à 1804, 7 jours de grêle surviennent en moyenne chaque année à Caen (5,3 à Carpiquet 1950-1960), surtout lors des années chaudes de 1780 à 1784. Les orages sont en petit nombre : 9 contre 18 de 1946 à 1971.

Terminons ces renseignements sur Caen par cette citation tirée de l'Annuaire du Calvados pour l'an XII :

"L'air qu'on respire est pur et sain quoique plus humide que sec, si l'on excepte la sécheresse de l'année dernière qui dure encore". (1802-1803).

En 1818, la sécheresse débute au printemps et dure jusqu'en Décembre. L'eau manque ; les paysans boivent leur cidre pur, commente plaisamment notre observateur.

L'été 1819, par contre, est très pluvieux, ce qui cause des inondations. L'hiver 1821-1822, il pleut énormément.

Ce qui l'emporte jusqu'en 1823, c'est l'extrême variabilité du temps. Sécheresse et humidité se succèdent d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre et souvent même d'une décade à l'autre. En somme, rien de différent de ce que nous observons aujourd'hui.

Nous étudierons à part la troisième série de documents qui ont donné lieu à diverses recherches dans la première moitié du dix-neuvième siècle. Il semble que les observations aient commencé en 1781 à Cherbourg, mais il a été impossible d'en retrouver les traces. Dans l'Annuaire de Normandie de 1837, un renseignement : la moyenne à Cherbourg, à midi, a varié entre 12°5 et 15°. E. LIAIS, dans ses "Considérations sur le climat de Cherbourg", affirme que le thermomètre s'abaisse au plus à - 3°, une à deux fois par hiver. De 1951 à 1965, le nombre de jours où la température a atteint - 3° est seulement 1,8 ; cela confirme les estimations de LIAIS.

Nous avons seulement retrouvé des observations pour :

- 1831 (descriptives surtout),
- 1834,
- 1838 à 1842, relevées par M. Lamarche à 11 m d'altitude,
- 1848 à 1851, relevées par E. Liais dans sa propriété,

aujourd'hui transformée en parc public, à quelques centaines de mètres de l'ancienne station Chantereyne, mais un peu plus à l'intérieur de la ville. E. Liais, astronome à l'Observatoire de Paris, secrétaire de la Société météorologique de France, avait utilisé les mêmes instruments que ceux de l'Observatoire de Paris. Esprit critique, il avait légèrement modifié les chiffres de M. Lamarche, estimant que son thermomètre était plus précis d'un dixième de degré.

La moyenne des deux séries s'établit ainsi :

| | <u>1838-42 et</u>
<u>1848-51</u> | <u>1931-60</u> |
|-----------|-------------------------------------|----------------|
| Janvier | 5°2 | 6°4 |
| Février | 6°5 | 6°2 |
| Mars | 8° | 7°7 |
| Avril | 9°8 | 9°6 |
| Mai | 13°4 | 12°2 |
| Juin | 16° | 14°9 |
| Juillet | 16°7 | 16°6 |
| Août | 17°3 | 16°8 |
| Septembre | 15°5 | 15°8 |
| Octobre | 12°1 | 12°9 |
| Novembre | 8°7 | 9°7 |
| Décembre | 6°6 | 7°4 |
| ANNEE | 11°3 | 11°4 |

La moyenne annuelle est semblable, mais la température est plus élevée de Février à Août et plus basse de

Septembre à Janvier. Ceci permettrait de supposer l'existence de types de temps moins océaniques qu'aujourd'hui. E. Liais pense que, de 1838 à 1842, il y a eu des hivers exceptionnellement froids alors que le printemps, l'automne et l'été sont plus proches de la réalité.

| | <u>1838-42</u> | <u>1848-52</u> | <u>1931-60</u> | <u>1957-66</u> |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Hiver | 5°4 | 6°6 | 6°7 | 6°4 |
| Printemps | 10°6 | 10°1 | 9°8 | 9°9 |
| Eté | 16°7 | 16°7 | 16°1 | 15°9 |
| Automne | 12°2 | 11°7 | 12°8 | 12°9 |

Les dix dernières années de fonctionnement de la station de Chanterayne sont légèrement plus fraîches que les quatre années 1848-1851. Les printemps et les étés apparaissent moins chauds et les automnes plus doux à notre époque.

Mais les différences restent médiocres.

Le minimum absolu est - 5°7 (- 11°2 de 1957 à 1966).

Le maximum absolu : + 36°7 (33°8 de 1957 à 1966).

Les extrêmes de la période 1957 à 1966 représentent également les extrêmes de la période 1931-1966.

De 1838 à 1842, on relève :

19 jours de gel (9 actuellement)

15 jours de neige (12 actuellement).

Mais cette moyenne plus élevée est imputable à deux années froides :

1838 avec 37 jours de gel, surtout en Janvier
(19 jours, moyenne du mois : 2°2) et Février
(11 jours)
15 jours de neige

1839 : 5 jours de gel
1840 : 34 . Le mois de Décembre est très
froid : 2°9.

1841 : 9 jours

1842 : 12 jours.

E. Liats souligne la différence entre Cherbourg et
les campagnes voisines : le 2 Janvier 1850, on note + 5°
à Cherbourg, mais il gèle à quatre lieues de la ville.

Depuis 1788, les deux hivers les plus froids furent
1830 (Janvier) et 1838. Ils ont provoqué des dégâts aux
cultures, supérieurs, semble-t-il, à ceux de l'hiver 1788.
Dans l'Indicateur de Bayeux (Janvier 1840), on lit :
Janvier 1830 et Janvier 1838 ont détruit tous les végétaux
qui résistent aux hivers ordinaires.

La moyenne des précipitations 1838-42 atteint :
1092 mm (1047 mm de 1957-1966 à Chantereyne, 931 mm de
1931-1960).

| | | |
|------|---------|--|
| 1838 | 919 mm | 213 jours de pluie (171, 1931-60) |
| 1839 | 1229 | 244 |
| 1840 | 845 | 201 |
| 1841 | 1436 | 261 |
| 1842 | 1039 | 189 |
| 1848 | | 215 (1131 h de pluie - 1119 h 1955-1962). |
| | | Année très humide. Des inondations ont endommagé
les arrondissements de Cherbourg et de Valognes. |
| 1849 | | 180 jours 723 h. |
| 1850 | 1174 mm | 188 jours 739 h. |
| 1851 | 843 mm | 168 jours 771 h. (considérée comme
année sèche). |

A la différence de la période 1848-1851, plus semblable à celle d'aujourd'hui, les années 1838-1842 offrent quelques particularités :

- précipitations plus abondantes,
- orages plus nombreux (26 de 1838 à 1842,
15 de 1848 à 1851,
13 de 1951 à 1960).

Au cours de la première moitié du dix-neuvième siècle, on note une année sèche exceptionnelle : 1834, avec 31 jours de pluie et 0 jour de neige.

Quelles conclusions tirer de ces trois séries ?
On ne peut parler de changement de climat. Certaines décennies apparaissent plus chaudes, d'autres plus froides. La variété est la règle, autrefois comme aujourd'hui.

II- ÉTUDE DES LONGUES SÉRIES *****

En Normandie, elles sont peu nombreuses. D'où la valeur approximative des normales. Aucune station n'a fonctionné sans arrêt de 1931 à 1960 ou de 1941 à 1970.

Le désir d'établir de longues séries peut provoquer des erreurs. Nous en citerons un exemple. Les moyennes établies par M. Garnier représentent une somme de travail considérable et constituent un outil de travail appréciable. Il est regrettable cependant que le lieu exact et

les dates des observations ne soient pas indiqués avec précision. Dans la Monographie N° 91 de la Météorologie Nationale, Valeur moyenne des hauteurs de précipitations en France, période 1951-1970, p. 58, on lit :

155 m Rouen (MN) 1 (durée de la série)

La légende p. 8 indique 1 série complète.

La station, située à 155 m, est l'aérodrome de Boos qui ne fonctionne que depuis Mars 1968. Le chiffre donné par M. Garnier pour les précipitations de Février, par exemple, à Rouen-Boos (58 mm), correspond à :

18 fois la moyenne de Rouen-Rouvray (période 1951-1968)

53 mm
station située à 68 mètres d'altitude dans le
méandre de Rouen,

2 fois la moyenne de Rouen-Boos (1969-1970) 97 mm
sur le plateau au Nord de la Seine.

L'étude de ces deux stations montre qu'elles ne sont pas assimilables. Toute personne non avertie comparera des stations où des hauteurs de pluie correspondent les unes à des années sèches, les autres à des années humides. Ne pas indiquer un changement de lieu ou la date exacte des années risque, à une échelle régionale, de créer des erreurs d'interprétation des phénomènes climatiques.

Les longues séries en Normandie correspondent donc à un amalgame de chiffres issus d'origines différentes. La longue série des précipitations de Rouen citée par J. SANSON dans le Climat de Normandie, Climatologie statistique (Etudes Normandes, 1954, p. 742-744), provient de

sources différentes, essentiellement de l'Ecole Normale de Rouen et de la station de l'île Lacroix. Pour la période 1872 à 1910, à l'exception de 1879, 1880, 1895, où "la hauteur des précipitations n'était pas indiquée dans l'une des stations", nous avons comparé les moyennes :

- de J. SANSON (A),
- de l'île Lacroix (590 m. d'altitude) (B),
- de l'Ecole Normale rue Saint-Julien : 22,30,
puis à partir de 1895, 10,52 mètres (C).

| Moyenne | <u>1872-1910</u> | <u>1872-1894</u> | <u>1896-1910</u> |
|---------|------------------|------------------|------------------|
| A | 676 mm | 701 mm | 642 mm |
| B | 713 mm | 773 mm | 634 mm |
| C | 725 mm | 720 mm | 731 mm |

L'écart n'est pas négligeable entre ces trois séries de chiffres. Ceux de Sanson sont proches des relevés de l'Ecole Normale de 1872-1894 qu'il a dû utiliser en grande partie. La hauteur des pluies de l'île Lacroix était à l'origine comptabilisée par un pluviomètre enregistreur qui, avant 1890, date à laquelle les relevés ont été éliminés car le pluviomètre ne fonctionnait pas, semble un peu exagérée. En 1885 et 1886 en particulier, les chiffres sont doubles de ceux des deux autres stations qui fonctionnaient alors à Rouen. Après 1895, lorsque le pluviomètre de l'Ecole Normale a changé de place, les chiffres de J. Sanson sont ceux de l'île Lacroix. Cette dernière station, à basse altitude, reçoit moins de pluie que les autres stations de Rouen (si l'on met à part les années où l'appareil enregis-

treur fonctionnait). Pendant les six années où les trois stations ont fonctionné conjointement de 1905 à 1910, les valeurs de l'Ile Lacroix (et par suite les chiffres de Sanson) ont toujours été plus faibles que celles relevées à l'Observatoire de Rouen ou à l'Ecole Normale :

| | |
|-----------------------|--------|
| Ile Lacroix | 685 mm |
| Observatoire de Rouen | 820 mm |
| Ecole Normale | 803 mm |

La différence est sensible. On ferait donc une erreur si on estimait, en lisant la série de Sanson, que la pluviosité est plus faible après 1896. Seul, le site a changé.

Après la guerre 1939-1945, Rouvray a remplacé l'Ile Lacroix mais il n'est pas possible d'effectuer un travail semblable, car il n'existe pas d'autres stations.

Un seul poste est resté au même emplacement : Sainte-Honorine-du-Fay. L'Observatoire a été organisé par l'abbé Le Breton. Il a fonctionné pour les températures de 1873 à 1941 et pour les précipitations jusqu'en 1960, mais nous ne les utiliserons que jusqu'en 1954. Ensuite, les lacunes sont très importantes. Il serait possible de comparer les autres séries non homogènes avec Sainte-Honorine.

A) - La série de Sainte-Honorine-du-Fay.

Pour étudier les variations des températures, nous établirons une corrélation entre les températures moyennes de chaque saison et le temps écoulé. L'origine est 1873.

| | |
|-----------|------------|
| En hiver | $r = 0,20$ |
| Printemps | $r = 0,17$ |
| Eté | $r = 0,02$ |
| Automne | $r = 0,02$ |

Pour que le réchauffement soit significatif, il faudrait que le coefficient de corrélation atteigne 0,31 (intervalle de confiance $P = 0,99$). A peine peut-on souligner une très légère tendance au réchauffement en hiver et au printemps. Mais on ne peut parler de réchauffement. On rejoint ici les conclusions de J. DETTWILLER (Evolution séculaire du climat de Paris. Influence de l'Urbanisation, Mémorial N° 52 de M.N.) : le réchauffement n'est pas significatif pour Lyon, Besançon et Nantes (à la différence de Paris où l'influence urbaine se fait sentir).

Soulignons la stabilité du temps en été et automne.

La moyenne et l'écart-type par saison s'établissent ainsi :

| | | | |
|-----------|------|--------------|------|
| Hiver | 4°8 | Ecart-type : | 1°95 |
| Printemps | 9°2 | | 0°83 |
| Eté | 16°5 | | 0°82 |
| Automne | 11° | | 0°9 |

Les plus fortes variations d'une année à l'autre surviennent en hiver, saison où peuvent alterner deux masses d'air très différentes, air maritime chaud et air continental froid. Au cours des autres saisons, le contraste est moins accusé : l'opposition terre-mer est faible au printemps et en automne ; en été, à Sainte-Honorine, les anticyclones sont essentiellement formés d'air maritime, air qui n'est jamais très chaud.

La variation des précipitations n'est pas significative :
 $r = 0,13$ avec un écart-type de 145 mm ; la plus grande
fréquence des précipitations s'établit entre 600 et 699 mm.

Les pluies ont augmenté surtout en hiver, mais cette
augmentation n'est pas significative :

| | | | |
|-----------|--------------|-----------------------|-----------------|
| Hiver | $r = 0,23$ | écart-type 75 mm | moyenne 191 mm |
| | | plus grande fréquence | de 150 à 199 mm |
| Printemps | $r = 0,07$ | 58 mm | 171 mm |
| | | de 150 à 199 mm | |
| Eté | $r = - 0,08$ | 90 mm | 167 mm |
| | | de 100 à 149 mm | |
| Automne | $r = 0,10$ | 83 mm | 216 mm |
| | | de 150 à 249 mm | |

La variation de la pluviosité des autres saisons est
insignifiante. Soulignons le signe négatif en été. Les
pluies seraient donc plutôt moins abondantes qu'autrefois.

L'été est la saison la plus sèche ; mais les varia-
tions d'une année à l'autre paraissent importantes.

L'automne reste la saison la plus humide. Au cours
de la seule décade 1911-1920, la moyenne des précipitations
d'hiver l'a emporté sur celle de l'automne. Mais l'écart
tend à diminuer entre les deux saisons. La comparaison de
la première normale 1881-1910 et de la dernière où les chif-
fres sont complets (1921-1950) souligne ce phénomène :

| | <u>1881-1910</u> | <u>1921-1950</u> |
|---------|------------------|------------------|
| Hiver | 167 mm | 200 mm |
| Automne | 206 | 225 |

Le croquis des hauteurs de pluie à Sainte-Honorine

(R p. 614-617) permet de nuancer les remarques précédentes. Chaque décade, quatre hivers en moyenne sont plus arrosés que les automnes, à l'exception de la décade :

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| 1881-1890 | : | deux hivers seulement |
| 1911-1920 | : | six hivers |
| 1941-1950 | : | cinq hivers. |

On a relevé des hauteurs de pluie de 414, 441, 454 mm en automne. En hiver, les précipitations n'ont pas dépassé 397 mm.

En résumé, cette série de Sainte-Honorine-du-Faye présente des oscillations de décennie en décennie, mais on ne peut parler de changement de climat.

B)- La série de Rouen.

Les relevés effectués à Rouen et dans les environs immédiats représentent certes la plus longue série, mais ils manquent d'homogénéité. La comparaison des courbes de précipitations obtenues par la méthode des totaux annuels cumulés (R p. 624) souligne la réduction des précipitations pendant la période 1890 à 1910 environ. Au-delà, la pente de la droite redevient à peu près parallèle à la pente de la droite de Sainte-Honorine-du-Faye et reste très légèrement inférieure à celle des années 1876-1895. Dans la moyenne des précipitations par saison, deux décennies apparaissent déficitaires : de 1891 à 1910. Ceci fausse le résultat des calculs.

Comparons les moyennes des quatre décennies précédant ce changement de station et des quatre dernières :

| | <u>1851-1890</u> | <u>1921-1960</u> |
|-----------|------------------|------------------|
| Hiver | 166 | 182 mm |
| Automne | 212 | 207 |
| Eté | 206 | 188 |
| Printemps | 160 | 154 |

Les précipitations plus faibles de la période 1921-1960 correspondent peut-être davantage à un changement de station entre les deux époques qu'à des différences de pluviosité. Dans cette hypothèse, l'écart en hiver serait plus important ; on retrouverait la stabilité des précipitations en automne et au printemps et sans doute une légère diminution de l'été.

Le coefficient de corrélation pour les 120 hivers atteint seulement 0,05 (au lieu de 0,25 si le changement était significatif). Au cours de 8 ~~décennies~~ ^{années}, le plus grand nombre des hivers reçoit entre 150 et 199 millimètres. L'hiver le plus sec est 1962-63. L'hiver 1935-36 est le plus arrosé.

Pour l'ensemble de l'année, $r = - 0,10$.

Ceci traduit le changement de place de la station, mais aussi la stabilité des précipitations au cours de ces 120 ans.

Cet exemple de Rouen montre la difficulté d'interpréter les longues séries et les erreurs possibles.

Le problème se pose de la même façon pour les températures. Mais il faut ajouter ici des lacunes plus nombreuses.

ses. Les comparaisons ne sont possibles que de 1873 à 1911. Par rapport à la droite de Sainte-Honorine-du-Fay, une rupture très nette apparaît vers 1904. Le changement de site se traduit par une légère diminution des températures.

Notre étude de la série rouennaise s'arrêtera à 1914. Après cette date, deux années seulement sont complètes jusqu'à la création de la station de Rouen-Rouvray en 1945. Nous pourrons seulement étudier l'évolution de 1844 à 1914, soit 70 ans environ. La série commence trente ans avant celle de Sainte-Honorine-du-Fay et permet de compléter l'étude du climat normand. La comparaison avec Rouen-Rouvray fournira quelques enseignements supplémentaires.

Là encore, l'évolution climatique n'est pas significative pour l'année :

| | | | |
|-----------|------------|------------|------|
| | $r = 0,17$ | écart-type | 0°91 |
| Hiver | 0,15 | | 1°45 |
| Printemps | 0,08 | | 1°27 |
| Eté | - 0,13 | | 1°37 |
| Automne | 0,05 | | 0°89 |

L'hiver montre les variations les plus importantes et a tendance à se réchauffer, mais on ne peut parler de changement climatique. Les écarts sont très faibles. Et les variations des lieux d'observations ne donnent à ces chiffres qu'une valeur indicative.

La comparaison avec Rouen-Rouvray confirme cette stabilité du climat.

Comparons les chiffres cités par Ludovic GULLY dans son livre sur La Climatologie de Rouen avec les chiffres de Rouen-Rouvray.

| | <u>1845-1894</u> | <u>1946-1965</u> |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| Nombre de jours de gel
par an | 53 | 58 |
| Janvier | 14 | 16 |
| Février | 10 | 12 |
| Mars | 8 | 10 |
| Avril | 1 | 3 |
| Octobre | 1 | 1 |
| Novembre | 6 | 5 |
| Décembre | 12 | 9 |

Peu d'écart entre les chiffres ; la fin de l'année paraît légèrement plus froide, le début plus chaud qu'aujourd'hui. Un autre phénomène apparaît dans les moyennes mensuelles de température :

| | <u>1845-1894</u> | <u>1946-1965</u> |
|-----------|------------------|------------------|
| Janvier | 3°2 | 3°1 |
| Février | 5° | 3°8 |
| Mars | 7°1 | 6°9 |
| Avril | 11°5 | 9°6 |
| Mai | 15° | 13°1 |
| Juin | 18°3 | 15°7 |
| Juillet | 20°1 | 17°7 |
| Août | 19°3 | 17°2 |
| Septembre | 16°5 | 15°4 |
| Octobre | 11°7 | 1°2 |
| Novembre | 6°8 | 6°9 |
| Décembre | 3°8 | 3°9 |

Les mois d'été sont plus chauds qu'aujourd'hui.
Il faut sans doute voir dans ce phénomène la cause de l'anomalie de température relevée précédemment. Dans les installations défectueuses, il est en effet plus difficile de relever les chiffres élevés de température : l'influence de la chaleur emmagasinée dans les murs est importante. Le même phénomène n'apparaît pas dans la série de Sainte-Honorine. Le refroidissement de l'été est-il dû à une différence d'installation ou à un refroidissement du temps depuis 1945 en été ?

C)- La série de Caen.

Elle dure toujours, mais elle aussi n'est pas homogène et présente de nombreuses lacunes. Il sera intéressant, malgré tout, de comparer les températures de trois séries complètes de 25 années :

1780-1804
1881-1905
1946-1970.

De 1906 à 1939, 27 années sont utilisables à titre de comparaison.

La température moyenne annuelle varie ainsi :

1780-1804 : 10°1
1881-1905 : 10°
1906-1939 : 10°5 (moyenne sur 27 ans)
1946-1970 : 10°4

L'hiver et le printemps offrent le plus d'écart entre les années 1780-1804 et 1881-1905 et expliquent l'augmentation de température de 0°4. Quelques années

seulement à la fin du dix-huitième siècle ont entraîné cette moyenne assez faible, comme nous avons pu le constater précédemment.

Depuis 1681, on observe le réchauffement de l'automne et un très léger refroidissement du printemps et de l'été. Mais ce phénomène est trop peu important pour pouvoir parler de variations climatiques, comme nous le montrent les corrélations entre le temps et l'évolution des températures.

Pour l'année, de 1681 à 1973, $r = 0,14$.

Dans toutes les décades, à l'exception de la période 1911-1920, la majorité des années ont une température moyenne comprise entre 10° et $10^{\circ}9$. L'écart-type est faible : $0^{\circ}57$.

| | | | |
|-----------|--------------|---|---------------|
| Automne | $r = 0,26$ | (0,29 au moins pour qu'une
corrélacion existe) | |
| | | écart-type | $0^{\circ}86$ |
| Eté | $r = - 0,17$ | " | $0^{\circ}81$ |
| Printemps | $r = 0,03$ | " | $0^{\circ}64$ |
| Hiver | $r = 0,01$ | " | $1^{\circ}34$ |

La stabilité du climat au printemps et en hiver paraît remarquable à Caen. Mais le réchauffement de l'automne comme le léger refroidissement de l'été ne sont pas significatifs d'un changement de climat. A l'exception de l'hiver, les écarts d'une année à l'autre restent faibles.

Les précipitations ont été relevées de 1866 à 1973.

Malgré les divers changements de poste, la droite formée par les totaux annuels cumulés de Caen (R p. 624) est à peu près rectiligne. Il est donc possible d'avoir une représentation assez sûre de l'évolution des précipitations de Caen de 1866 à 1973, c'est-à-dire pour les 108 dernières années.

Le coefficient de corrélation entre les précipitations moyennes annuelles et le temps écoulé atteint :

$$r = 0,20 \text{ (coefficient maximum lié au hasard } 0,25 \text{ avec un intervalle de confiance } P = 0,99)$$

L'augmentation de la pluviosité n'est pas significative. L'écart-type atteint : 132 mm pour une moyenne annuelle de 685 mm. Les coefficients de corrélation pour chacune des saisons ne sont pas davantage significatifs d'un changement de climat en fonction du temps :

| | | | |
|-----------|--------------|------------------|--|
| Hiver | $r = 0,22$ | écart-type 63 mm | moyenne 175 mm
(moyenne 1946-71) 184 mm |
| Printemps | $= 0,13$ | " 50 mm | moyenne 146 mm (143 mm) |
| Eté | $r = - 0,03$ | " 56 mm | 157 mm (147 mm) |
| Automne | $r = 0,14$ | " 76 mm | 207 mm (209 mm) |

L'hiver présente le plus fort changement au cours de ces 108 ans : il s'humidifie. Pour les autres saisons, les variations restent faibles. Les résultats s'apparentent à ceux que nous avons trouvés pour Rouen.

D) - La série de Cherbourg.

Elle est moins intéressante que celle de Caen car les lacunes sont plus nombreuses et elle s'arrête à 1965. Mais c'est la station la plus maritime.

Les résultats diffèrent un peu des précédents ; le coefficient de corrélation entre températures moyennes saisonnières et le temps écoulé atteint pour la période 1897-1966 :

| | | | | | |
|-----------|--------|------------|-----|---------------------|------|
| Hiver | - 0,12 | écart-type | 1°2 | température moyenne | 6°7 |
| Printemps | - 0,02 | | 0°7 | | 9°7 |
| Eté | - 0,15 | | 0°7 | | 15°7 |
| Automne | + 0,25 | | 0°7 | | 12°7 |

Aucun coefficient ne dépasse 0,33 (coefficient maximum atteint par le hasard). Les variations ne sont donc pas significatives d'un changement de climat. A l'exception de l'automne, les saisons paraissent se refroidir. Cette particularité provient de la période considérée. Le coefficient de corrélation en hiver calculé pour des années identiques (53 ans) à Cherbourg et à Caen est négatif dans les deux stations :

| | |
|-----------|--------|
| Caen | - 0,18 |
| Cherbourg | - 0,12 |

Au terme de cette étude sur l'évolution des températures au cours des deux derniers siècles, on peut affirmer qu'en Normandie il n'y a pas de changement de climat. Les variations d'une période à l'autre s'expliquent par la présence d'une ou deux années exceptionnellement chaudes ou froides. Le mode, d'une décennie à l'autre, ne varie guère. Deux hivers très froids depuis 1957 (en particulier l'hiver 63), le commencement de la série en 1897 (c'est-à-dire après l'hiver rigoureux de 1895) provoquent le changement de signe du coefficient de corrélation à Caen entre les deux

périodes 1881-1973 ($r = 0,01$) et 1897-1966 ($r = - 0,18$).

Nous n'étudierons pas la corrélation à Cherbourg, seule station où l'augmentation annuelle des pluies est significative : $r = 0,30$ (au lieu de $0,26$). La droite des hauteurs de pluie cumulées, comparée à celle de Caen, montre en effet une rupture de pente assez importante vers 1910 (changement d'altitude), et une autre plus faible en 1926 (changement de site). Chantereyne, relativement abritée, recevait davantage de pluie que l'Observatoire de la Marine. A proximité de la mer, les écarts de précipitations d'un lieu à l'autre sont importants. A Caen, la rupture de pente est beaucoup plus faible en 1887 et correspond au déplacement du site : de l'Ecole Normale au Jardin des Plantes. L'utilisation des relevés de la Maladrerie en 1921 et surtout de Carpiquet en 1946 n'apparaît guère.

Caen représente donc la meilleure station pour l'étude de l'évolution du climat malgré les changements de site, tant par la durée des observations que par leur relative homogénéité. Nous l'utiliserons donc de préférence à tout autre.

III- DELX SIECLES DE CLIMAT NORMAND *****

Les études précédentes ont souligné la relative stabilité du climat normand depuis 1763. Il n'est pas possible de tracer depuis cette époque la courbe des tempéra-

tures et des précipitations. Il nous a semblé intéressant d'utiliser la méthode de K. ROCZNIK (Der Wandel des Jahreszeiten-Klimas in Mitteleuropa im Zeitraum 1901-1970) Meteorologische Rundschau, Juillet-Août 1972, p. 106-109). K. Rocznik classe les années en cinq catégories :

très chaude,
assez chaude,
"normale",
assez froide,
très froide.

La classification est semblable pour les précipitations. Elle nous permet de définir la plupart des années depuis 1780, même lorsque les chiffres précis manquent. Chaque fois qu'il sera possible d'utiliser les observations de Caen, nous prendrons les définitions de K. Rocznik :

très froid, très chaud, $\pm$ ou $- 2^{\circ}$ de la moyenne en hiver
 $\pm$ ou $- 1^{\circ}5$ au printemps et en automne
 $\pm$ ou $- 1^{\circ}$ en été.

Nous aurions préféré une définition en fonction des écarts-types. Mais la comparaison des résultats de Normandie et de ceux d'Europe centrale (série de longueur semblable) n'aurait pas été possible.

La saison normale s'écarte au plus de $\pm 0^{\circ}3$ C de la moyenne en hiver, $\pm 0^{\circ}2$ au printemps et en automne et $\pm 0^{\circ}1$ en été.

La forte humidité ou la grande sécheresse présenteront une différence d'au moins 50 % avec la moyenne ; les années "normales" n'offriront pas un écart inférieur

ou supérieur à 10 % de la moyenne.

La partie la plus précise du graphique (R p. 614-623) élaborée à partir des chiffres de Caen correspond aux années 1866*1873 pour les précipitations, 1881-1973 pour les températures. Des lacunes existent de 1805 à 1810 et de 1823 à 1837 surtout pour les températures.

A)- L'évolution des précipitations.

L'évolution des précipitations depuis 1780 montre une alternance d'années sèches et d'années humides, avec de temps à autre une série de 5 à 20 ans d'années plus sèches ou plus humides.

Les séries sèches apparaissent surtout de :

1780 à 1793

1816 à 1829

1838 à 1853.

Les périodes humides les plus longues :

1793 à 1810 coupées d'une année sèche
de temps à autre

1856 à 1869

1921-1929.

Depuis 1930, l'alternance année sèche, année humide est fréquente ; on rencontre au maximum 5 années sèches ou humides côte à côte. La comparaison de ces résultats avec les types de temps définis par H.H. LAMB (British Isles Weather types and a Register of the daily sequence of circulation patterns 1861-1971, Londres, 1972), ne permet pas de tirer des éléments d'explication. La période

1875-1899, sèche en hiver en Normandie, se caractérise par un pourcentage de temps d'Ouest assez élevé et des temps anticycloniques peu fréquents. La trajectoire des perturbations intervient davantage que la direction pour expliquer l'abondance des précipitations et l'Angleterre est située au Nord de la Normandie. Les années très sèches deviennent rares. Depuis 100 ans, l'hiver le plus sec paraît être celui de 1891 où l'on a relevé :

- 48 mm à Caen
- 37 mm à Saonte-Honorine-du-Fay
- 35 mm à Evreux
- 62 mm à Rouen
- 53 mm à Rouen - Ile Lacroix
- 47 mm à Gournay
- 108 mm à Cherbourg.

Le mois de Février surtout a été très sec : 2 à 5 mm selon les stations. Les types de temps anticycloniques expliquent cette sécheresse.

De 1929 à 1934, on compte quatre hivers sur six secs ou très secs selon les stations : 1929, 1932, 1933, 1934.

L'hiver 1928-29 compte deux mois très secs, Janvier et Février. Les totaux de pluie varient de 52 mm à Cesny-Bois-Haël à 120 mm (le bocage et le département de la Manche sont plus arrosés : 177 mm à Cherbourg).

L'hiver 1931-32 est plus uniformément sec : 62 mm à Sainte-Honorine, 65 mm à Caen, 49 mm à Evreux, 77 mm à Rouen, 147 mm à Cherbourg. Dans le Calvados, du 9 Janvier au 8 Mars, les précipitations ont été presque insignifiantes. L'hiver a été moyennement froid et sans neige.

L'hiver de 1933 est un peu plus arrosé, semblable à celui de 1929 : 50 à 120 mm (toujours à l'exception du bocage). Cherbourg ne reçoit que 134 mm. Mais la neige a recouvert le sol pendant une dizaine de jours pour la première fois depuis 1917.

L'hiver de 1934, aussi sec, est, par contre, beaucoup plus froid. Les quantités de pluie sont un peu plus faibles que celles de l'année précédente : 65 mm à Caen, 98 mm à Sainte-Honorine, un peu plus élevées ailleurs : Cherbourg 145 mm.

Jamais autant d'hivers secs ne s'étaient succédé, car les anticyclones continentaux ont été particulièrement nombreux pendant cette période.

Le dernier hiver très sec est celui de 1949 : 85 mm à Caen, à Sainte-Honorine, 56 mm à Evreux, mais les anticyclones dirigent un air maritime et les températures restent douces.

Les années très humides sont assez également réparties au cours de ces deux cents ans, mais dans la décennie 1930-1940, on compte trois hivers très humides : 1931, 1935, 1936. Ce dernier surtout a été exceptionnellement humide :

383 mm à Caen
321 mm à Sainte-Honorine
379 mm à Cherbourg
315 mm à Evreux
410 mm à Rouen
533 mm à Flers.

Ces pluies extraordinaires succédaient heureusement à une période sèche et les sols ont pu en absorber une

certaine quantité. De plus, les grandes averses n'ont pas été simultanées. Les crues n'ont donc pas été catastrophiques.

Quand on examine la série complète, on constate souvent des successions de 8 à 10 années à printemps secs alternant avec des années à printemps humides. De 1900 à 1921, aucun printemps n'est sec. La périodicité apparaît différente de celle de l'hiver ; prédomine la sécheresse de 1780 à 1811 : 17 printemps (10 humides) :

- L'humidité de 1812 à 1832 : 14 contre 3.
- La sécheresse de 1833 à 1896 : 35 contre 11.
- L'humidité de 1897 à 1923 : 15 contre 2.
- Alternance de 1924 à 1942 : 8 et 8.
- Sécheresse de 1943 à 1957 : 9 et 2.
- Humidité depuis 8 et 2.

Comme en hiver, 10 % environ des années sont ou très sèches ou très humides. Le printemps le plus sec est celui de 1893 suivi par celui de 1938 :

33 mm et 56 mm à Sainte-Honorine,
31 mm et 46 mm à Caen,
53 et 101 mm à Evreux,
61 et 51 mm à Rouen,
42 et 40 mm à Cherbourg.

Le printemps 1870 fut presque aussi sec.

En fait, la sécheresse de 1938 fut aggravée par sa durée : 6 mois (85 mm à Sainte-Honorine contre 122 mm pendant les cinq mois peu arrosés de 1893).

Les deux printemps les plus arrosés furent ceux de

1878 (281 mm à Caen) et de 1937 (275 mm) dans toute la Normandie, à l'exception du Cotentin où au printemps 1951 on releva 286 mm.

La moyenne décennale souligne la périodicité des précipitations que nous avons étudiées précédemment. A Caen, par exemple, le mode tourne autour de 140 mm avec deux décennies plus sèches : 1881-1900, deux décennies plus humides : 1901-1920, une décennie un peu exceptionnelle au printemps, celle de 1931-1940. Actuellement, les trente dernières années paraissent assez bien refléter les précipitations moyennes du printemps.

L'été

Comme en hiver ou au printemps, de grandes tendances apparaissent :

- prédominance de la sécheresse de 1780 à 1815 (19 et 7),
- alternance assez régulière de 1816 à 1846 (13 humides,
12 sèches),
- prédominance de l'humidité de 1857 à 1862 (13 et 2),
- prédominance de la sécheresse de 1864 à 1870 (6 et 1),
- prédominance de l'humidité de 1871 à 1918 : 23 étés
contre 11.
- prédominance de la sécheresse depuis 1919 : 27 et 17.

Depuis un siècle, on note deux tendances seulement : les étés arrosés l'emportent d'abord pendant 47 ans, mais depuis 55 ans les étés sont plutôt secs. Ceci représente sans doute l'originalité de l'évolution des étés. Cette évolution paraît plus nette à Caen que sur d'autres régions de la Normandie, en particulier Cherbourg ou Rouen. Caen

est la station normande où le rapport pluie d'été / pluie d'hiver a une évolution significative : ce rapport diminue avec le temps ; le coefficient de corrélation atteint - 0,27 pour 100 paires de valeur. Les valeurs extrêmes réalisées par le hasard sans corrélation (Probabilité 99 %) atteignent seulement 0,26 pour 100 paires de valeur.

A Cherbourg $r = - 0,21$ (pas de corrélation significative).

A Rouen $r = 0,02$ (aucune corrélation).

Caen recevrait donc davantage les influences océaniques qu'autrefois. Cela devrait s'accompagner d'un accroissement des minima de température en hiver et d'une diminution des maxima en été.

$r = 0,13$ pour les minima d'hiver ; le réchauffement n'est pas significatif (il devrait atteindre 0,28 pour 85 paires de valeur).

En été, par contre, $r = - 0,46$. Le refroidissement des maxima de température est bien supérieur à 0,28, valeur extrême réalisée par le hasard. Il existe donc en été une "océanisation" du temps.

Il faut également souligner que l'évolution d'un climat n'est pas identique sur tous les endroits. Nous revenons sur ce sujet.

La dernière grande sécheresse date seulement de 1959 : 51 mm à Caen.

Mais en 1906 les quantités de pluie sont encore plus faibles : 49 mm à Caen et à Sainte-Honorine
(43 mm en 1869 à Caen)
17 mm à Rouen (68 mm en 1869).

La dernière grande pluie remonte à l'été 1927, l'été le plus arrosé avec 1912 et 1880 :

| | <u>1927</u> | <u>1912</u> | <u>1880</u> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Caen | 277 mm | 321 mm | 282 mm |
| Ste-Honorine | 341 mm | 319 mm | 315 mm |
| Evreux | 338 mm | 212 mm | 179 mm |
| Rouen | 337 mm | 282 mm | 347 mm |
| Cherbourg | 199 mm | 402 mm | 144 mm |

Les très fortes pluies sont beaucoup plus variables d'un lieu à l'autre en été qu'au cours des autres saisons.

L'automne

C'est la seule saison où les précipitations, très importantes, deviennent fréquentes depuis 1950. Mais l'automne le plus arrosé reste celui de 1944 :

427 mm à Caen en 1944,
441 mm à Sainte-Honorine,
326 mm à Evreux,
425 mm à Rouen,
533 mm à Cherbourg.

Les années très sèches sont beaucoup plus rares :

82 mm en 1901 à Sainte-Honorine,
99 mm à Caen.

Comme pour les autres saisons, des grandes périodes à dominantes sèches ou humides apparaissent nettement :

dominante humide de 1781 à 1826 (24 contre 7),
dominante sèche de 1827 à 1838 (6 contre 3),
humide de 1839 à 1853 (6 contre 1),
sèche de 1854 à 1902 (23 contre 13),
humide de 1903 à 1944 (22 contre 7),
alternance depuis 45 (14 automnes secs,
10 humides).

En résumé, les quantités de pluie oscillent selon des périodes très variables d'une saison à l'autre. Aucune évolution bien nette n'apparaît sauf l'océanisation du temps dans la région de Caen depuis un siècle. Si l'on compare nos résultats avec ceux établis par K. ROCZNIK (Der Wandel des Jahreszeiten-Klima in Mitteleuropa im zeitraum 1901-1970, p. 107, Meteorologische Rundschau Juli/August 1972), des différences très nettes apparaissent. Pendant ces dixante-dix ans, les années ont été plus humides en Europe centrale de 1901 à 1910, les précipitations ont été semblables pendant trente ans de 1911 à 1940. Dans les trente dernières années, de nouveau les hivers apparaissent plus humides en Europe centrale. Les printemps reçoivent des précipitations différentes et deviennent plus secs, sauf au cours de la dernière décennie. En été, peu de ressemblances existent entre les précipitations des deux régions. Depuis 1900, les précipitations sont de plus en plus faibles en Normandie comparativement à celles de l'Europe centrale : 60 % des années étaient plus humides en Europe centrale qu'à Caen de 1901 à 1910, 10 % seulement au cours de la dernière décennie. En automne, les différences de temps sont très sensibles ; au cours des deux dernières décennies, les automnes caennais sont proportionnellement moins humides que ceux d'Europe centrale.

Il ressort de cette comparaison que l'évolution est différente d'une partie à l'autre de l'Europe : l'augmentation des pluies depuis 70 ans est plus forte en hiver et en automne en Normandie ; le printemps et surtout l'été

s'assèchent. La pluviosité moyenne annuelle de Caen, autrefois plus importante, tend à se rapprocher de celle de l'Europe centrale qui a davantage augmenté.

Ce phénomène est du reste étudié dans l'article de E. KOFLANOVITS (Hosszu csapadeksorok trändjenek elemzése Europa teruleten, Időjárás, 1974, p. 88-96). Depuis 1871, l'augmentation des pluies a été la plus importante dans l'Est de la France et l'Ouest de l'Allemagne et surtout en Scandinavie. Elle est plus faible dans la France de l'Ouest. Par contre, il y a diminution des précipitations d'une part dans la partie orientale de l'Europe, d'autre part en Irlande et au Portugal.

Tout se passe comme si la fréquence des vallées planétaires sur l'Europe occidentale était plus élevée ; la Normandie se trouverait à l'arrière de ces vallées. Divers auteurs ont signalé l'augmentation relative des hautes pressions dans la partie orientale de l'Océan Atlantique (Martin RODEWALD, Deutsche Hydrographische Zeitschrift, 1972, p. 97 ; Lysgaard On the climatic variation - Colloque sur les changements de climat, UNESCO, 1963, p. 151). Nous n'avons trouvé aucun lien entre le maximum de pluie et le gradient maximum de la température à la surface de la mer comme l'a étudié E.N. LAWRENCE (Westerly-type rainfall and atmospheric mean-sea-level pressure over England and Wales (The Meteorological Magazine, May 1971, p. 129).

Ce problème des variations des précipitations est complexe et dépasse le cadre de notre étude. Notons que

les vingt années étudiées en détail n'offrent pas d'originalité particulière. Elles sont assez arrosées (la décennie la plus humide 1931-40). Elles ne comprennent ni la plus longue sécheresse (16 mois de Juillet 1873 à Octobre 1974, 58 jours sans pluie de Mars à Mai 1893), ni la période la plus humide (11 mois de Décembre 1859 à Octobre 1860), ni l'année la plus arrosée : 1910 ou 1882 selon les lieux.

8)- La variation des températures.

Nous utiliserons la même méthode.

L'évolution de l'hiver est assez simple } à des hivers doux succèdent, à partir de 1784, une série à dominante d'hivers froids jusqu'en 1861 (30 contre 8). Puis, de 1862 à 1909, l'alternance fait suite (20 chauds - 18 froids). Depuis 1910, les hivers doux l'emportent largement (39 doux, 16 froids). De 1919 à 1928, aucun hiver froid. Les fréquences ne correspondent pas exactement aux moyennes. Les plus élevées varient d'un lieu à l'autre. La période 1911-1930 et les années 1961-1970 sont les plus chaudes. La dernière décennie est plus froide en raison de l'hiver 1962-1963 qui, dans l'Ouest de la Normandie, est l'hiver le plus rigoureux jamais enregistré. Ailleurs, l'hiver 1894-1895 apparaît plus rigoureux :

| | <u>1963</u> | <u>1895</u> | |
|-----------|-------------|-------------|----------------|
| Caen | - 12°9 | - 20°7 | |
| Evreux | | - 22°2 | |
| Rouen | - 13°5 | - 14° | - 20°1 en 1889 |
| Cherbourg | - 10°1 | - 4° | |

Rappelons les températures extrêmes du XVIIIe siècle :

- 17° à Caen en 1789,
- 21° en 1768 et - 22° en 1709 à Rouen,
- 9° à Cherbourg.

Les hivers les plus froids ne se placent pas au cours des mêmes années en Normandie ; de même, les moyennes les plus basses ou les plus élevées ne correspondent pas aux mêmes décennies. Ceci est plus net encore si l'on considère les températures de l'Angleterre centrale (Gordon Manley, voir plus haut) ou d'Europe centrale (K. Rocznik, livre cité ci-dessus).

Si la décennie la plus froide paraît être partout celle de 1891-1900, à l'exception de Rouen, la plus chaude survient en 1911-1920 en Allemagne et à Sainte-Honorine, en 1921-30 en Angleterre et à Caen. Cette suprématie est bien marquée dans les stations étrangères, mais l'écart entre les deux décennies dans les stations normandes est faible. Au dix-neuvième siècle, la décennie la plus chaude est 1861-1870 en Allemagne, 1871-1880 en Angleterre. A Rouen, la différence entre les deux décennies est de l'ordre de 0°1.

Les températures basses liées à des anticyclones continentaux surviennent plus uniformément sur l'Europe avec, malgré tout, des nuances vers l'Ouest où les influences océaniques empêchent souvent les plus grands froids. Pour les années chaudes, les températures les plus élevées surviennent une décennie plus tard, semble-t-il, en Angleterre. La Normandie, située entre ces deux régions,

bénéficie en quelque sorte d'une égalisation des températures d'une décennie à l'autre.

Le réchauffement des hivers depuis 1970, s'il se poursuit, pourra, peut-être, mettre en valeur d'une façon plus définitive l'évolution des températures depuis deux siècles.

Au printemps

Le refroidissement des printemps est important de 1793 à 1856, mis à part quelques printemps très doux autour de 1840 (24 contre 12). Puis les printemps s'adoucissent de 1858 à 1882 (15 contre 5). De nouveau, un refroidissement se fait sentir jusqu'en 1911 (17 contre 4), suivi d'un réchauffement (jusqu'en 1948 : 17 et 7). Mais depuis cette date, les printemps apparaissent de nouveau très frais (13 contre 4). Les moyennes reflètent les fréquences. Les printemps les plus chauds appartiennent à la décennie 1941-1950. Le phénomène est identique en Allemagne. Mais en Angleterre, on relève un léger décalage : la décennie la plus chaude est celle de 1951-1960. Pour les minima, un décalage existe également. On relève la plus basse moyenne au cours de la décennie 1901-1910 en Normandie (1881-1890 en Allemagne, 1891-1900 en Angleterre).

L'influence de la formation de glace, chaque hiver, aux latitudes de l'Islande et de la Baltique, n'apparaît guère dans la date de l'arrivée du printemps en Normandie comme cela semble exister en Grande-Bretagne (N.E. DAVIS, The variability of the onset of spring in Britain Quarterly

Journal of the Royal Meteorological Society, Oct. 1972, p. 763). En Normandie, la chaleur du printemps provient essentiellement des influences méridionales. L'éloignement des régions polaires englacées met nos régions à l'abri des froids excessifs. On peut souligner, malgré tout, le refroidissement actuel, sans doute en liaison avec le caractère plus océanique du climat, ou avec le refroidissement des régions polaires, influence amoindrie cependant par rapport à l'Angleterre. Le printemps 1962 est le plus froid qu'on ait connu depuis plus de 100 ans :

7°9 à Rouen, 18 jours de gel avec un maximum de - 4°5 (- 10°9 en 1845 ; la moyenne était de 8° mais correspond fort probablement à une moyenne plus basse que celle de 1962).

7°4 à La Hève,

7°4 à Caen avec 18 jours de gel,

7°9 à Alençon avec 20 jours de gel,

8°2 à Cherbourg avec 7 jours de gel.

L'été

L'évolution des étés ressemble à celle des printemps, avec de plus longues séries d'étés chauds ou frais.

Étés très chauds jusqu'en 1791 ; puis le refroidissement devient important, mais les lacunes empêchent de donner une date précise de la fin de cette période fraîche.

La chaleur va l'emporter de 1856 à 1887 (20 et 5). Étés chauds et étés froids alternent jusqu'en 1906 (8 et 8).

De nouveau, un refroidissement s'amorce et dure jusqu'en 1924 (13 contre 3). Puis survient la plus longue série d'étés chauds de 1926 à 1952 (22 et 4). Depuis, de nouveau, le refroidissement l'emporte (12 et 4). Les séries chaudes se prolongent plus longtemps en été qu'au printemps. Comme au printemps, l'évolution des températures ressemble davantage à celle de l'Europe centrale qu'à celle de l'Angleterre.

Décennie plus chaude :

1871-1880

1891-1900 (plus chaude en Normandie qu'en Allemagne)

1941-1950, décennie la plus chaude avec la période 1771-1790 (la décennie 1881-1890 possède la moyenne la plus élevée à Caen).

Par contre, il y a un décalage avec l'Angleterre où les décennies les plus chaudes correspondent aux années :

- 1781-1790,
- 1871-1880,
- 1901-1910,
- 1941-1950.

L'abaissement des températures au cours de la dernière décennie semble plus important en Normandie qu'ailleurs. Ce phénomène est particulièrement net à Caen, comme nous avons pu le constater.

Les étés froids sont nombreux au cours des dernières années :

1972 : 14°9 à Caen

1956 : 15°

Il faut remonter à 1848 pour avoir un été plus froid. Les étés très chauds sont rares. Les deux années les plus chaudes du siècle sont 1893 et 1899.

| | | |
|--------------|--------------|--------------------------|
| 18°2 en 1899 | 17°8 en 1893 | à Sainte-Honorine-du-Fay |
| 17°9 | 17°7 | à Caen |
| 21°5 | 21° | à Rouen |
| 17°8 | | à Cherbourg. |

La moyenne des maxima atteint 28° à Caen (29° en 1911). En Juillet 1900, on releva les températures extrêmes :

| |
|-------------------|
| 38°5 à Caen |
| 38° à La Hève |
| 37°5 à Rouen |
| 37° à Evreux |
| 28°2 à Cherbourg. |

Les maxima d'Août 1973 sont plus faibles de 5 à 6°, Cherbourg excepté, car Maupertus a des maxima supérieurs à ceux de Chantereyne.

L'automne

A une période où les températures élevées prédominent, succède, à partir de 1787, toute une série d'automnes frais ; puis la température s'adoucit. Ensuite :

- prédominance d'automnes froids jusqu'en 1857 (II et I),
- puis alternance jusqu'en 1913 (23 doux, 27 frais),
- courte période froide : 1914-1927,
- et depuis 1928 les automnes doux deviennent la règle (23 et 6).

Le réchauffement de l'automne apparaît dans les moyennes décennales depuis 1921-30, augmente légèrement à

Caen, paraît plus stationnaire à Cherbourg. En Europe centrale, l'augmentation des températures est plus régulière jusqu'à 1970. La courbe anglaise serait plus proche : une stabilisation de températures, avec un très léger déclin au cours de la dernière décennie. L'augmentation des températures est plus tardive qu'en France ou en Europe centrale.

Les automnes très chauds n'apparaissent guère depuis 100 ans. L'automne le plus froid reste celui de 1922 :

9°2 à Sainte-Honorine

9°3 à Caen

8°6 à Cherbourg.

On a relevé : - 5° à Sainte-Honorine en Octobre,
- 6°6 à Caen.

Quelques flocons de neige sont même tombés dans la région de Vire.

Novembre fut également froid (8 jours de gel à Sainte-Honorine).

Novembre 1890 a été également très froid : on a relevé - 16°7 à Rouen.

L'évolution des températures en automne est proche de celle de l'hiver.

La ressemblance est moindre, malgré tout, qu'entre le printemps et l'été.

Les différences saisonnières se compensent. Les années très chaudes ou très froides deviennent alors exceptionnelles et aucune ne prend place au cours du dernier siècle. De 1838 à 1861, les années froides l'emportent (R p. 623). Un réchauffement survient jusqu'en 1886

auquel succède un nouveau refroidissement. Une série d'années chaudes commence en 1921 et dure jusqu'en 1938. Depuis, les températures proches de la moyenne représentent le phénomène le plus courant, les années assez chaudes sont remplacées progressivement par des années froides. Le phénomène se retrouve aussi bien en Angleterre qu'en Europe centrale, qu'en Normandie. D'une décennie à l'autre, la différence est faible. Entre la décennie la plus froide et la plus chaude, il existe, au maximum, un écart de 1°.

La décennie la plus chaude (mise à part 1781-1790) diffère selon les lieux :

1931-40 à Caen,
1931-1950 à Cherbourg,
1941-1950 en Europe centrale,
1951-1960 en Angleterre.

La décennie la plus froide :

1881-1890 ou 1901-1910 en Normandie,
1881-1890 en Angleterre et en Europe centrale.

CONCLUSION

Malgré les lacunes assez nombreuses qui ont empêché une détermination précise de l'évolution des températures et des précipitations depuis deux siècles, on note un certain nombre de caractères :

1°- On ne relève aucune évolution significative du climat depuis deux siècles.

2°- Des fluctuations avec une périodicité variable apparaissent, mais de faible ampleur si l'on considère la moyenne sur 10 ans.

°- L'évolution diffère selon les lieux. Le réchauffement et refroidissement commencent plus tôt en Europe centrale, plus tard en Angleterre. Il est difficile de se représenter d'une vague de réchauffement qui se déplacerait d'Est en Ouest au cours d'une ou deux décennies et dans laquelle la Normandie occuperait une situation intermédiaire. Peut-être, au contraire, l'Angleterre et l'Europe centrale constituent-ils deux milieux d'évolution différents. L'évolution peut parfois coïncider quand la cause est semblable (grand froid d'origine continentale) ; mais le plus souvent, les écarts sont importants. La Normandie recevrait alors les influences de l'une ou l'autre, vraisemblablement, mais à un moindre degré, l'influence d'une zone plus méridionale. La principale conséquence serait l'existence de variations moindres en Normandie qu'ailleurs. C'est probablement le cas de Cherbourg.

Le problème reste entier. Sans doute l'évolution varierait-elle d'un lieu à l'autre de la Normandie. Il est dommage que de longues séries n'existent pas. Toute extrapolation d'un changement de climat à partir des chiffres d'une ou deux stations peut aboutir à de graves erreurs.

Nous aimerions terminer en citant ces lignes qui nous paraissent encore vraies à quelques nuances près :

"Les sources et les fontaines sont encore ce qu'elles étaient il y a trente-cinq ans ; les inondations ne sont ni plus ni moins fréquentes ... La partie de l'année où la température paraît avoir le plus varié est le printemps ; les froideurs se prolongent et détruisent parfois les arbres fruitiers, les jeunes pousses de quelques arbres ...".

Il s'agit d'une réponse aux questions proposées par Son Excellence le Ministre de l'Intérieur sur les variations subites dans les saisons. Le texte est de Monsieur de Magneville (Mémoires de la Société d'Agriculture et de Commerce de Caen, t. 2, 1827).

Nous sommes loin du petit âge de glace que certains voulaient voir durer jusqu'à la fin du XVIIIème siècle !

C O N C L U S I O N

Le climat normand apparaît, dans son ensemble, comme un climat océanique qui se dégrade du Sud-Ouest au Nord-Est. La Manche permet le transfert de ces influences jusqu'aux limites orientales de la province, au Nord. La dégradation est beaucoup plus rapide dans le Sud. L'air continental ne pénètre guère en Normandie, sauf sur les plateaux qui bordent l'Ile-de-France. L'originalité du climat provient du subtil mélange, différent selon les lieux, de trois éléments essentiels :

- la proximité de l'Atlantique,
- la proximité de la Manche,
- la position qui permet de recevoir plus ou moins facilement les diverses influences climatiques.

Le contraste des deux masses océanique et continentale est tel que leur action est plus indépendante des conditions locales. La différence des températures entre l'Océan et le continent explique l'arrivée tardive du printemps, la fraîcheur des étés, la médiocrité relative des précipitations en cette saison, la douceur des automnes, l'importance des précipitations au cours des mois froids.

L'action de la Manche multiplie, au contraire, les nuances locales en fonction de l'orientation de la côte et de la proximité de la région. Le rôle des vents marins est évidemment primordial pour favoriser la pénétration des influences maritimes : minima d'hiver peu élevés, maxima d'été atténués, amplitude médiocre, abondance des pluies (sauf sur la côte).

La position d'un lieu favorise une diversification des caractères régionaux. L'exposition, face aux vents d'Ouest ou de Sud-Ouest, permet une augmentation des précipitations, une amplitude plus faible des températures. Le versant opposé paraît plus sec et plus froid. Les influences océaniques et maritimes pénètrent mieux sur les hauteurs plus éventées que dans les creux. La proximité d'une forêt modifie le climat local. Dans les "campagnes", les masses d'air rencontrent peu de forces de frottement, le vent s'accélère, la pluviosité décroît. Le rôle de la position semble plus déterminant en Normandie qu'en Bretagne où l'empreinte océanique est toujours très forte. Celle-ci se dégrade assez rapidement dans notre province, et les influences locales vont limiter ou accentuer ce phénomène. D'autre part, la Manche ne représente qu'une faible étendue d'eau enserrée entre deux masses continentales. Son action diminue donc progressivement. Enfin, la pénétration occasionnelle, limitée, des masses d'air continental constitue un facteur supplémentaire de différenciation. L'atténuation des caractères océaniques, maritimes et continentaux,

permet donc aux conditions locales de jouer un rôle déterminant. On comprend mieux les innombrables nuances du climat normand et la difficulté des auteurs à le définir.

Nos recherches ont voulu surtout souligner les caractères particuliers de chaque région et de chaque lieu. A cet égard, il apparaît nettement que la hiérarchie classique des échelles zonale, régionale et locale est particulièrement valable sur notre province.

1°- Toute étude d'une province climatique doit d'abord montrer comment la circulation générale trace les lignes directrices des divers types de temps. Le champ isobarique joue, à cette échelle, le rôle déterminant. En cas de hautes pressions, la direction de la masse d'air devient l'élément essentiel pour expliquer les températures. En cas de basses pressions, la trajectoire des perturbations explique le type de temps. Si la trajectoire est éloignée, les précipitations restent rares, les vents faibles, les différences régionales importantes. Si la trajectoire traverse la province, l'uniformisation est presque parfaite.

Cette première analyse des conditions climatiques permet de situer la province par rapport au flux général de la circulation atmosphérique, de dégager, pour cet ensemble, les caractères principaux du temps, de définir certaines nuances géographiques.

2°- A l'échelle régionale, la direction de la masse d'air va déterminer le temps. Cette influence est d'autant plus grande que le vent vient de la mer.

3°- A l'échelle locale, la position et le site expliquent les particularités du climat. Les nuances d'un lieu à un autre sont telles qu'il n'est guère possible d'uniformiser des observations à quelques kilomètres d'intervalle, lorsque le site est trop différent. Toute extrapolation dans le domaine climatique apparaît donc délicate. L'étude climatique d'une province, d'un pays et parfois même d'une "zone" peut donc être complètement faussée lorsque les stations sont mal choisies. La rareté des lieux d'observation empêche l'établissement de cartes climatiques correctes. La multiplication des stations météorologiques est donc indispensable si l'on veut arriver à une bonne connaissance du climat, même à l'échelle régionale.

B I B L I O G R A P H I E ⁽¹⁾

- AGNES, N., 1837 - Notice sur l'arrondissement de Cherbourg.
Annuaire de Normandie.
- AHRENS, D., 1972 - Abhängigkeit des Windprofils von der
Wetterlage. Meteorol. Rdsch. 25, pp. 116-126.
- Air-Sea interactions, 1974 - Boundary Layer Meteorol.,
347 p..
- AKVILONOVA, A.B. et al., 1973 - Cloud parameters measured
from the Cosmos - 384 satellite. Atmospheric and
Oceanic Physics, 9, N° 2, pp. 102-103.
- ALAKA, M.A., ELVANDER, R.C., 1972 - Matching of observational
accuracy and sampling resolution in meteorological
data acquisition experiments. J. of applied Met.,
pp. 567-577.
- ALISSOW, B.P., 1954 - Die klimate der Erde. Deutscher
Verlag der Wissenschaften, Berlin, 277 p..
- ALLORGE, P., 1922 - Les associations végétales du Vexin
français. Rev. Gén. de Bot., 33-34, 336 p.
- Almanach de la Normandie pour l'an 1846.
- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY, 1972. Cumulated bibliogra-
phy and index to Meteorological and geostrophysical
abstracts, 1950-1969. Classified subject and author
-

(1)- Les ouvrages cités dans la bibliographie de P.
PEDELABORDE, Le climat du Bassin de Paris, ne sont pas
repris ici.

- arrangements. Author cumulation. 5 volumes, G.K. Hall & Co, Boston, 15 + 3340 p.
- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY, 1973. Third conference on probability and statistics in Atmospheric Science, 1973/06/19-22, Boulder, Colo. Am. Meteorolo. Soc., Boston, 276 p.
- ANDRE, M.J.C., 1971 - Traitement numérique de l'évolution statistique d'une couche atmosphérique. La Météorologie, 5, N° 18, pp. 29-57.
- ANGELL, K.J., 1967 - Biennial variation in springtime temperature and total ozone in extratropical latitudes. Mon. Weath. Rev., 95, pp. 757-762.
- ANGOT, A., 1881 - Marche diurne des divers éléments météorologiques à Sainte-Honorine-du-Fay. Ann. B.C.M., pp. 77-95.
- ANGOT, A., 1887 - Etude sur le climat de Fécamp d'après les observations de MM. E. et C. Marchand. Ann. B.C.M., t. I-B, pp. 237-256.
- ANJOL, R., 1974 - Z/R. Beziehungen und Wetterlage am Hohenpeissenberg. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 27-29.
- Annales du Havre depuis 1778.
- Annales du Bureau Central Météorologique (Ann. B.C.M.), depuis 1678.
- Annonces, Affiches et Avis divers de la Haute et Basse Normandie, depuis 1763.
- Annuaire de la Société de Médecine du département de l'Eure, depuis 1811.
- Annuaire de la Société Météorologique de France, depuis 1853.

Annuaire des cinq départements de l'ancienne Normandie,
depuis 1835.

Annuaire du Calvados pour l'an XII.

Annuaire du Calvados pour l'an XIV.

Annuaire du département de la Manche pour l'an XII.

Annuaire du département de la Manche, depuis 1829.

Annuaire du département du Calvados, depuis 1829.

Annuaire météorologique de la France, depuis 1849.

ANTONENKOVA, I.L., SONECKIN, D.M., 1972 - Ob'ektivnyj analiz
frontov v niznej troposfere. (Résumé en anglais).

Meteorologija i gidrologija, 6, pp. 32-41.

ARAGO, F., 1848-1851 - Sur le climat de Cherbourg. Notices
scientifiques, V, pp. 647-652.

ARAI, Y., 1973 - On the movement of planetary waves in wave-
number period space. J. Meteorol. Soc. Japan 51,
pp. 230-243.

ARLERY, R., 1957 - Éléments de météorologie agricole.

Météorologie Nationale, Paris, IV + 158 + XIV p.

ARLERY, R., 1961 - La durée de l'insolation en France 1946-
1960. Météorologie Nationale, Monographie N° 24,
II + 24 p.

ARLERY, R., 1968 - Sur l'imprécision de certaines comparai-
sons d'ordre climatologique. Mélanges Maurice Pardé,
Editions Ophrys, Gap, pp. 87-91.

ARLERY, R., GARNIER, M., LANGLOIS, R., 1954 - Application
des méthodes de Thornthwaite à l'esquisse d'une
description agronomique du climat de la France.
La Météorol., pp. 345-367.

- ARLERY, R., GRISOLLET, H., GUILLET, B., 1973 - Climatologie. Méthodes et Pratiques. Gauthier-Villars, Paris, 434 p.
- ARYA, S.P.S., 1972 - The critical condition for the maintenance of turbulence in stratified flows. Quart. J.R., 98, pp. 264-273.
- ASAKURA, T., 1971 - The variations of the large-scale atmospheric disturbances relating to the air-sea interaction.- Umi to sora, 47, pp. 23-34.
- ATKINSON, B.J., SMITHSON, P.A., 1972 - An investigation into meso-scale precipitations distributions in a warm sector depression. Quart. J.R. Met. Soc., 98, pp. 353-368.
- Atlas climatique de France, 1969. Météorologie Nationale, Paris.
- Atlas de Normandie, 1968.
- Atlas, Les Bassins de la Seine et des cours d'eau normands. 1962. Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.
- AUBERT, H. et J., 1939 - Océanographie médicale. Gauthier-Villars, Paris, 295 p.
- AULICIEUS, A.H., 1970 - Essays on environmental climatology. Department of geography, Toronto, 96 p.
- AUSSENC, G., 1968 - Interception des précipitations par le couvert forestier. A. Sc. For. 26 (3), pp. 135-156.
- BAESE, K., ARPE, K., 1974 - Der Jahresgang der charakteristischen Temperaturen der Polarfront in verschiedenen Standardniveaus. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 100-109.
- BAKER, S.C., QUAYLE, R.G., 1971 - Extremes of the maritime climate. Mariners Weather log. 15(5), pp. 265-271.

- BALL, F.K., 1960 - Control of inversion height by surface heating. Quart. J.R. Met. Soc. 86, pp. 483-94.
- BANFIELD, C.E., 1973 - Temperature inversions, topography and air pollution in south-east Wales. Weather, II, pp. 446-455.
- BANNON, J.K., 1949 - The angular deviation of the wind from isobars at Liverpool. Quart. J.R. Met. Soc., 75, pp. 131-146.
- BARDOU, J., LANGUIN, C., PICCA, R., 1971 - Une méthode de mesure des vitesses d'ascendance. Journal de recherches atmosphériques 5(2), pp. 101-105.
- BARELLI, G.B., 1971 - Sul comportamento e su alcuni parametri endovascolari di popolazione anziana. Rilievi statistici in Istituti geriatrici di Menaggio e Centro Lario. Lacustrine Climatology, Proceedings of the International Congress, 20-23 May 1971, Como. pp. 219-233.
- BARONI, A., 1962 - Le condizioni meteorologiche nella invasione della Normandia. Rivista di Meteorologia Aeronautica, 22(2), pp. 53-55.
- BARONI, A., 1973 - Modificazioni del tempo e del clima. Rivista di Meteorologia Aeronautica, 33(I), pp. 59-68.
- BARRETT, E.C., 1974 - Climatology from satellites. Methuen, Londres, 424 + 16 p.
- BARRY, R.G., 1963 - Aspects of the synoptic climatology of central South England. Met. Mag. 82, pp. 300-308.

- BARRY, R.G., CHORLEY, R.J., 1968 - Atmosphere, Weather and Climate, 2ème ed., Methuen, Londres, 319 p.
- BARRY, R.G., PERRY, A.H., 1973 - Synoptic climatology Methods and Applications. Methuen, Londres, 572 pp.
- BARSCH, D., 1963 - Wind, Baumform und Landschaft. Eine Untersuchung des Windeinflusses auf Baumform und Kulturlandschaft am Beispiel des Mistoalgebietes im französischen Rhonetal. Feibinger Geographische, Hefte 1.
- BARSCH, D., 1965 - Les arbres et le vent dans la vallée méridionale du Rhône. Revue de Géographie de Lyon 40 (1), pp. 35-45.
- BASHARINOV, A.Y., 1973 - Radiation temperatures of ground cover in the microwave and infrared ranges measured from Cosmos-384 satellite. Atmospheric and Oceanic Physics (Izvestiya) 9 (2), pp. 99-101.
- Bassins de la Seine et des cours d'eau normands, 1972-1973.
T. I - Ressources d'eau et données hydrologiques.
Fasc. 3 - Données climatiques. Fasc. 2 - Données géographiques. Agence Financière du Bassin Seine Normandie, Paris, 112 p. et 90 p..
- BATCHELOR, G.K., 1967 - An introduction to fluid dynamics. Cambridge Univ. Press, Londres, 615 p.
- BAUMGARTNER, A., PAESLER, M., STRAUSS, R., 1972 - Temperaturmessungen in Muenchen 1781-1968. Monatsmittel, Extremwerte und Anzahl besonderer Tage Univ., Meteorol. Inst. Wiss. Mitt., 23, 96 p.
- BAUR, F., 1963 - Grosswetterkunde und langfristige Witterungs-

- verhersage. Frankfort / M., 91 p.
- BECKINSALE, R.P., 1965 - Climatic change. A critique of modern theories. Essays in Geography for Austin Miller. Whittow J.B. Wood, P.D.E., pp. 1-38.
- BEDIOT, G., 1966 - Les pluies moyennes annuelles et saisonnières sur les bassins versants de la Seine et de la Normandie d'après les "normales" 1931-1960. Mission technique de l'eau Seine-Normandie, 29 p.
- BEDIOT, G., 1967 - Variabilité des pluies annuelles sur le bassin "Seine-Normandie". Agence financière du Bassin "Seine-Normandie", Paris, 69 p.
- BEDIOT, G., 1969 - Les températures moyennes mensuelles et annuelles sur le Bassin "Seine-Normandie", période 1931-1960. Agence financière du Bassin "Seine-Normandie", Paris, 46 p..
- BEDIOT, G., 1970 - Les pluies mensuelles sur le Bassin "Seine-Normandie". Agence financière du Bassin "Seine-Normandie", Paris, 76 p..
- BENARIE, M., 1971 - Essai de prévision synoptique de la pollution par l'acidité forte dans la région rouennaise. Atmospheric Environment 5(5), pp. 313-326.
- BENARIE, M., MENARD, T., MONAT, A., 1973 - Etude de la transformation de l'anhydride sulfureux en acide sulfurique en relation avec les données climatiques dans un ensemble urbain à caractère industriel. Rouen, Atmospheric Environment 7 (4), pp. 403-421.
- BENT, R.B., 1965 - Space charges produced by point discharge from trees during a thunderstorm. Journal of

- atmospheric and terrestrial physics 27, pp. 67-72.
- BERENYI, D., 1967 - Mikroklimatologie. Mikroklima der bodennahen Atmosphäre. G. Fisher Stuttgart, 329 p.
- BERNADET, P., 1961 - Indices et profils de circulation. La météorologie, pp. 261-273.
- BERGERON, T., 1949 - The problem of artificial control of rainfall on the globe. The coastal orographic maxima of precipitation in Autumn and Winter. Tellus I, pp. 15-32.
- BERNSTEIN, A.B., 1973 - Some observations of the influence of geostrophic shear on the cross-isobar angle of the surface wind. Boundary-Layer 3(3), pp. 381-384.
- BERNSTEIN, R.L., 1974 - Comment on "interactions between the sea and the air at monthly and annual time scale". Quart. J.R. Met. Soc. 100, pp. 127-128.
- BERTHAUD, E., 1949 - Maxima et minima pluviométriques saisonniers en France. Etudes Rhodaniennes 24, pp. 7-36.
- BIS, L.F., 1958, et, DALLMAN, J., 1961 - La circulation de l'air. Météor. Aviat. 11, 73 p.
- BESSEMOULIN, J., 1973 - Sur la statistique des valeurs extrêmes. Mon. 89 Météorologie Nationale, 21 p.
- BHULALKAR, Ch.M., 1973 - An observational and theoretical study of atmospheric flow over a heated island. Mon. Weather Rev. 10, pp. 719-745.
- Bibliographie météorologique 1972-1973, Météorologie Nationale, Paris, 278 p.

- Bibliographie Météorologique. Index analytique 1973, 1974.
Météorologie Nationale, Paris, 16 + 252 p.
- Bibliographie Météorologique. Auteurs. 1973. Météorologie
Nationale, Paris. 6 + 159 p.
- BIDABE, B., 1967 - Action de la température sur l'évolution
des bourgeons de pommiers et comparaison des méthodes
de contrôle de l'époque de floraison. Ann. Physiol.
Végét. 9 (I).
- BIDEAU, G., RIVOLIER, J., 1972 - Bioclimatologie et mer.
4ème Congr. Int. de la Mer. 15ème Congr. Int. de
Thalassothérapie, Dinard, 1972/5/7-14, pp. 221-223.
- BIDLEY, 1934 - Forêt et pluviosité. C.R. hebdomad. Acad.
Agriculture de la France, pp. 75-85.
- BIROT, P., 1952 - Les grandes zones climatiques, phyto-
géographiques et pédologiques du globe. C.D.U., Paris,
107 p.
- BIROT, P., 1956 - Evolution des théories de la circulation
atmosphérique générale. Ann. de Géogr., 348, pp. 81-97.
- BIROT, P., 1959 - Précis de géographie physique. A Colin,
Paris, 403 p.
- BIROT, P., 1965 - Les formations végétales du globe.
SEDES, Paris, 508 p.
- BIZIC, G., 1972 - Some characteristic features of the
circulation machinery of breezes and its efficiency
in the Black Sea action area.- Meteorology and
Hydrology, 2, pp. 63-78.
- BLANCHET, J., LACARRERE, P., DU VACHAT, R., 1973 - Diffusion

- turbulente d'un polluant passif dans l'atmosphère.
Météorologie, 27, pp. 37-83.
- BLACKALL, R.M., 1973 - Warming of the lower troposphere
by the sea. Met. Mag., 102, p. 65-73.
- DLANDFORD, R., 1966 - Mixed gravity-Rossby waves in the
Ocean. Deep Sea Res. 13, pp. 41-61.
- BLUTHGEN, J., 1966 - Allgemeine Klimogeographie. W. de
Gruyter, Berlin, 720 p.
- BONTROND, E., 1958 - La durée des précipitations.
La Météorologie, pp. 245-252.
- BOUCHET, R.J., 1961 - Signification et portée agronomique de
l'évapo-transpiration potentielle.- Ann. Agro., pp. 51-
53.
- BOUCHET, R.J., 1963 - Evaporation réelle, évapo-transpiration
potentielle et production agricole.- Ann. Agro. A-14,
pp. 743-825.
- BOUET, M., 1974 - Climat et météorologie de la Suisse
romande. Payot, Lausanne, 176 p.
- BOURNERIAS, M., 1968 - Guide des groupements végétaux de la
région parisienne. SEDES, Paris, 291 p.
- BOWDEN, K.F., HOWER, M.R., TAIT, R.I., 1970 - A study of
the heat budget over a seven-day period at an oceanic
station. Deep-Sea Res. 17, pp. 401-11.
- BOYDEN, C.J., 1963 - Development of the jet-stream and
cut-off circulations. Met. Mag. 92, pp. 287-299.
- GREUER, L.J. and al., 1973 - Messung der Beziehung zwischen
Radarreflektivität und Niederschlagsrate mit einem
spezielle entwickelten Radarsystem in Bonn.

- Ann. Meteor. N.F. 6, pp. 293-298.
- BRICARD, J., 1953 - Physique des nuages. P.U.F., Paris, 343 p.
- BRIGGS, J., ROACH, W.T., 1963 - Aircraft observations near jet streams. Quart. J.R. Met. Soc. 89, pp. 225-247.
- BRIOUX, Ch., 1937 - Etude agrologique et agronomique sur le Pays de Bray. Bull. Ass. Fr. et du Sol III (3), 19 p.
- BROCHET, P. et GLAND, H., 1966 - Contribution à l'étude statistique de la turbulence en air clair zone Europe-Méditerranée. La Météorologie, pp. 3-23.
- BROCHET, P., GERBIER, N., 1970 - Recueil de données agro-climatologiques. Mono. 75, Météorologie Nationale, Paris, 80 p.
- BROCHET, P., DURAND, P., GERBIER, N., 1981 - Recueil de données agro-climatologiques. Sommes de températures. Mono. 83. Météorologie Nationale, Paris, 144 p.
- BROCHET, P., GERBIER, N., 1974 - L'évaporation. Aspect agro-météorologique ; évaluation pratique de l'évapo-transpiration potentielle. Monogr. 65. Météorologie Nationale, Paris, 95 p.
- BROCKS, W., KRÜGERMEYER, L., 1970 - The hydrodynamic roughness of the sea-surface. Institute for Radiometeorologie and Marine Meteorologie, Report N° 14, Hamburg University.
- BROWN, R.A., 1970 - A secondary flow model for the planetary boundary-layer. J. Atmos. Sci. 27, pp. 742-757.

- BROWNING, K.A., HARROLD, T.W., 1969 - Air motion and precipitation growth in a wave depression. Quart. J.R. Met. Soc., 95, pp. 288-309.
- BROWNING, K.A. and al., 1973 - The structure of rainbands within a mid-latitude depression.- Quart. J.R. Met. Soc. 99, pp. 215-231.
- BROWNING, K.A., PARDOE, C.W., 1973 - Structure of low-level jet streams ahead of mid-latitude cold fronts. Quart. J.R. Met. Soc., 99, pp. 619-638.
- BROWNING, K.A., HILL, F.F., PARDOE, C.W., 1974 - Structure and mechanism of precipitation and the effect of orography in a wintertime warm sector. Quart. J.R. Met. Soc. 100, pp. 309-330.
- BRUCE, J.P., CLARK, R.H., 1966 - Introduction to hydro-meteorology. Pergamon Press, Oxford, X + 319 p.
- BRUNT, D., 1944 - Physical and dynamical meteorology. University Press, Cambridge, 428 p.
- BRUTSAERT, W., 1972 - Radiation, evaporation and the maintenance of turbulence under stable conditions in the lower atmosphere. Boundary-Layer meteorology 2 (3), pp. 309-325.
- BRYAN, L., COX, M.D., 1968 - A nonlinear model of an ocean driven by wind and differential heating. J. Atmos. Sci. 25(6), pp. 945-67, 958-78.
- BUDYKO, M.I., 1972 - Stability of the climate of our age. Ido'járás, 76, pp. 9-18.
- BUELL, C.E., 1972 - Variability of wind with distance and time on an isobaric surface. J. Appl. Met., 11, (7) pp. 1085-1091.

BUGAEV, V.A., 1973 - Dynamic climatology in the light of satellite information. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 54(5), pp. 394-418.

Bulletin annuel de liaison des organismes météorologiques départementaux et des correspondants du réseau climatologique français depuis 1948.

Bulletin climatologique de Seine-Maritime, 1968.

Bulletin climatologique de Haute-Normandie depuis 1969.

Bulletin de la Commission météorologique du Calvados, de 1878 à 1940.

Bulletin de la Société linéenne de Normandie depuis 1855.

Bulletin de l'Observatoire de Rouen, 1897-1913.

Bulletin Quotidien d'Etudes (B.Q.E.).

Bulletin Quotidien de Renseignements (B.Q.R.).

BULTOT, F., DUPRIEZ, G.L., BODEUX, A., 1972 - Interception de la pluie par la végétation forestière. Estimation de l'interception journalière à l'aide d'un modèle mathématique. Journal of Hydrology 17 (3), pp. 193-223.

BURNET, L., 1963 - Villégiature et tourisme sur les côtes de France, Hachette, Paris, 464 p.

BURT, W.V., CUMMINGS, T., PAULSON, C.A., 1974 - Large changes in wind patterns at sea. Met. Mag., 103, p. 21-23.

BYERS, H., 1959 - General Meteorology. McGraw-Hill, New-York, 540 p.

BYERS, H.R., 1974 - General Meteorology. 4ème ed., McGraw-Hill, Düsseldorf, 416 p.

CABORN, J.M., 1973 - Les microclimats. Endeavour 32, 116, pp. 30-33.

CADIERGUES, R., 1960 - Données fondamentales sur l'ensoleillement. Ind. Thermiques, p. 225-226.

CALDWELL, D.R., ELLIOTT, W.P., 1972 - The effect of rainfall on the wind in the surface layer. Boundary Layer meteorology, 3-2, pp. 146-151.

CALLENDAR, G.S., 1958 - On the present climatic fluctuation. Met. Mag., 87, p. 204.

CALLENDAR, G.S., 1961 - Temperatures fluctuations and trends over the earth. Quart. J.R. Met. Soc., 87, pp. 1-12.

Caractéristiques climatologiques du département s.d.

Fédération des Groupements de Défense contre les ennemis des cultures. Assistance météorologique en agriculture. Secrétariat général, Direction départementale de l'Agriculture. Alençon. 52 p.

CARLES, J., 1963 - Géographie botanique. Que sais-je N° 313, P.U.F., Paris, 126 p.

Cartes de la végétation de 1957 à 1971.

N° 7 Cherbourg

N° 8 Abbeville

N° 13 Granville

N° 14 Caen

N° 15 Rouen

N° 23 Alençon

N° 24 Chartres.

C.N.R.S., cartes de la Végétation, Toulouse.

CARTER, C., 1971 - The blizzard of "91". Newton Abbot, 204 p.

- CARPAR, P., DUCLAY, J., 1962 - Bilans hydrologiques pour 26 bassins français. Monog. 49. Météorologie Nationale, Paris, 34 p.
- CHANDLER, T.J., 1965 - The climate of London. Hutchinson, London, 252 p.
- CHANG (J.H.), 1968 - Climate and agriculture, an ecological survey. Aldine, Chicago, 304 p.
- Changements de climat, 1963. Actes Du Colloque de Rome organisé par l'U.N.E.S.C.O. et l'O.N.M., Paris, 488 p.
- CHARNEY, J.C., 1947 - The dynamics of long waves in a baroclinic westerly current. J. Meteorol. 4, pp. 135-163.
- CHARNEY, J.C., DRAZIN, F.G., 1961 - Propagation of planetary scale disturbances from the lower into the upper atmosphere. J. Geophys. Res., 66, pp. 83-109.
- CHEVALERIAS, R., LOUISNARD, M., TAILLET, T., 1971 - Détection des turbulences en ciel clair. Etude bibliographique. Document N° 1/7093 PY (Note technique). Office National d'Etudes et de Recherches aérospatiales, Direction de Physique générale, Châtillon, 92 p.
- CHOVIN, P., ROUSSEL, A., 1968 - La pollution atmosphérique. P.U.F., Paris, 128 p.
- CHOVIN, P., ROUSSEL, A., 1973 - Physico-chimie et physiopathologie des polluants atmosphériques. Masson, Paris, 320 p.
- CHOW, M.D., 1974 - An iterative scheme for determining sea surface temperatures, temperature profiles, and humidity profiles from satellite-measured IR data.

- J. Geophys. Res., 79, (3), pp. 430-434.
- CLARKE, R.H., 1970 - Observations studies in the atmosphere boundary layer. Quart. J.R. Met. Soc., 96, pp. 91-114.
- CLAUSSE, R., 1972 - Les particularités du climat marin, leur étude et leurs applications. 4ème Cong. Int. de la Mer, 15ème Cong. Int. de Thalassothérapie, Dinard, pp. 203-209.
- CLAUSSE, R., GUEROUT, A., 1955 - La durée des précipitations, indice climatique de climatologie touristique. La Météorologie, 37, pp. 1-9.
- CLAUSSE, R., FACY, L., 1959 - Les nuages. Seuil, Paris, 189 p.
- Climatological and Oceanographic Atlas for mariners I North Atlantic Ocean, 1959. U.S. dep. of Commerce, Weather Bureau, Washington.
- CLIMATE, F.G., HEUS, R.J., 1973.- Seasonal variations in the 500 mb monthly oscillations over the Northern Hemisphere. Met. Mag. 102, pp. 86-90.
- COLLIER, M., RAMUS, A., 1972 - Un printemps inoubliable. Bull. climatologique. Département de la Somme, N° 52, pp. 22-25.
- Conditions météorologiques particulières observées en 1972-1973. Bull. de l'O.M.M. 22 (2°), pp. 110-119.
- COOPER, C.F., 1969 - Ecological effects of weather modification : a problem analysis. Ann. Arbor., University of Michigan, School of Natural resources, Department of Resources, Planning and Conservation, 160 p.

- CORILLION, R., 1950 - La végétation armoricaine vasculaire.
Ses affinités boréales et montagnardes, état actuel
et évolution. Bull. M.S. Laval, pp. 67-88.
- CORILLION, R., 1962 - Notice détaillée de la feuille 23.
Alençon. - Bull. Serv. Carte phytogéog. A, pp. 49-131.
- CORILLION, R., 1965 - Sur quelques limites phyto-géogra-
phiques dans le Nord-Ouest de la France (genres
Quercus et Carpinus). Rev. Soc. Sav. Haute-Normandie,
15-25.
- CORILLION, R., 1971 - Notice détaillée des Feuilles armori-
caines. Phytogéographie et végétation du Massif
armoricain. Carte de la Végétation de la France.
C.N.R.S., Paris, 197 p.
- COSANDEY, C.M., 1970 - Recherches sur les bilans hydrologi-
ques mensuels. Thèse de Doctorat de 3ème cycle,
Université de Paris, 149 + figures et annexes.
- COULTER, T.D., 1973 - Ecological aspects of the climate.
The Natural History of New-Zeeland. Reed A.H. et A.W.,
s.l., 28-60.
- CRADDOCK, J.M., 1973 - A plan for the determination of the
large-scale weather patterns during the period 1493-
1860. Met. Mag., 102, pp. 217-224.
- CRAIG, R.A., 1965 - The upper atmosphere Meteorology and
physics. Academic Press, New-York, 509 p.
- CRITCHFIELD, H.J., 1960 - General Climatology. Prentice
Hall, New-York.
- CROWE, R.B., MCKAY, G.A., BAKER, W.N., 1973 - The tourist
and outdoor recreation climate of Ontario I : Objectives

- and definitions of seasons. M.A.B. Publications in Applied Meteorology, R.E.C. 1-73. Atmospheric Environment Service-Meteorological Applications. Toronto. 70 p.
- CRUETTE, D., 1974 - Etude expérimentale des ondes de relief. Aviasport, 242, pp. 38-43.
- CRUETTE-FOISSAC, D., 1973 - Etude expérimentale des perturbations de relief à l'aide de photographies de satellites et de mesures en avion. Thèse de Docteur ès Sciences Physiques, Université de Paris, 6, 235 + 166 p.
- CSANADY, G.T., 1972 - Response of large lakes to wind. J. Physical oceanography, 2, pp. 3-13.
- CURE, P., 1950 - La nouvelle classification des climats de Thornthwaite. La Météorologie, pp. 99-106.
- DACHARRY, M., 1974 - Hydrologie de la Loire en amont de Gien. Publications du département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne I, Nouvelles Editions Latines, Paris, 336 + 286 p.
- DADY, G., 1952 - Météorologie dynamique. La Météorologie, pp. 317-325.
- DADY, G., 1969 - Météorologie dynamique et prévision numérique. Ecole de la Météorologie, Paris, 345 p.
- DAHLSTROM, B., 1973 - Investigation of errors in rainfall observations. Reports N° 34. Department of Meteorology, Uppsala, 26 p.
- DANGEARD, L., 1928 - Observations de géologie marine et d'océanographie relative à la Manche. Thèse. Ann. Inst. Océan. Paris 5, 295 p.

- DARCHEN, J., 1967 - Eléments climatologiques concernant les côtes de la France métropolitaine. Monog. 59, Météorologie Nationale, Paris, II, 139 p.
- DARCHEN, J., 1972 - Gros temps sur l'Atlantique Nord en Janvier 1972. Considérations météo-océanographiques. Met. Mar. 77, pp. 23-33.
- DARCHEN, J., 1974 - Eléments climatologiques concernant les côtes de la France métropolitaine (Atlantique). Monog. 93(2), Météorologie Nationale, Paris, 112 p.
- DARCHEN, J., BLOCK, A., 1968 - Le vent sur les côtes de la France métropolitaine, fasc. 1, Mer du Nord. Manche. Atlantique, 4 / 162.
- DARNAJOUX, H., 1965 - Bibliographie sur les hivers et les étés et sur les longues séries d'observations en France. Météorologie Nationale, Paris, 12 p.
- DARNAJOUX, H., 1965 - Bibliographie sur les thèses des ingénieurs des travaux météorologiques. Météorologie Nationale, Paris, 12 p.
- DARNAJOUX, H., 1968 - Tables générales des articles parus dans les publications des Commissions départementales, Météorologie Nationale, Paris, 6 + 62.
- DARNAJOUX, H., 1974 - Guide des lecteurs de la bibliothèque de la Météorologie Nationale, Paris, 29 p.
- DAVIS, N.E., 1972 - The variability of the onset of spring in Britain. Quart. J.T. Met. Soc., 98, pp. 763-777.
- DAVIS, N.E., 1972 - Some aspects of circulation changes in the Northern Hemisphere in January in the 20th century. Met. Mag. 101, pp. 317-329.

- DAVY de VIRVILLE, A., 1936 - Observations sur la flore marine des côtes du Cotentin. Bull. Labo. Marit. Dinard, pp. 1-28.
- DAVY de VIRVILLE, A., 1938 - Observations sur la flore marine des côtes du Cotentin. Bull. Labo. Marit. Dinard, pp. 12-28.
- DAY, J.A., STERNES, G.L., 1970 - Climate and weather. Addison-Wesley Publishing Co, Londres, 407 p.
- DEARDORFF, J.W., 1970 - Preliminary results from numerical integrations of the unstable planetary boundary layer. J. Atmos. Sci. 27(8), 2209-11.
- DEFANT, A. et F., 1958 - Physikalische Dynamik der Atmosphäre. Akad. Verlag? Frankfurt/M., 527 p.
- DEFANT, F., FECHNER, H., MEYER, W., SPETH, P., 1973 - Die Berechnung des Vertikalgeschwindigkeitsfeldes der Sturmwetterlage vom Februar 1962. Meteorol. Rdsch. 26, pp. 103-124.
- DELOURME, A., 1964 - Les gelées de printemps en moyenne Garonne. Météorologie, pp. 117-133.
- DELPECH, L., 1962 - La trombe du 4 Mai 1961. La Météorologie, pp. 273-290.
- DELSOL, F., MIYAKODA, K., CLARKE, R.H., 1971 - Parameterized processes in the surface boundary layer of an atmospheric layer of an atmospheric circulation model. Quart. J.R. Met. Soc., 97, pp. 181-208.
- DESHIVE, J.P., GOUBERT, J.P., LE ROY LAJURIE, E., MEYER, O., MULLER, O., PETER, J.P., 1972 - Médecins, climat et épidémies à la fin du XVIIIème siècle. Mouton, Paris, 254 p.

- DESSENS, H., 1968 - La maîtrise des climats. Paris, P.U.F., 160 p.
- DETREIE, J.P., 1969 - La pollution atmosphérique. Dunod, Paris, 598 p.
- DETTWILLER, J., 1968 - Bibliographie sur le climat de Paris. Météorologie Nationale, Paris, 14 p.
- DETTWILLER, J., 1968 - Variations du vent en altitude dans le temps. Monog. 63, Météorologie Nationale, Paris, 31 p.
- DETTWILLER, J., 1970 - Evolution séculaire du climat de Paris. Influence de l'urbanisation. Mémor. 52, Paris, 83 p.
- DEUVYST, P., 1972 - La Météorologie. A. de Visser, Bruxelles, 164 p.
- DIEM, M., 1968 - Zur Struktur der Niederschläge. III. Archiv, für Meteorol. Geophys. and Bioklimat, 816, pp. 347-390.
- DIETRICH, G., 1950 - Die anormale Jahresschwankung der Wärmehalts im Englischen Kanal ihre Ursachen und Auswirkusgen. P.H.Z., vol. 3, 1950, pp. 184-201.
- DIVILLE, W., GUILCHER, A., 1951 - Bretagne et Normandie. P.U.F., Paris, 230 p.
- DOBESCH, H., 1973 - Das Wind-, Temperatur - und Feuchte profil über einer freien wasserfläche. Archiv für Metereol. Geophys. und Bioklimatol. 22(1), p. 47-70.
- DOBSON, G.M.B., 1968 - Exploring the Atmospher. 2 ed. University Press, Oxford, 209 p.

- DOIGNON, P., 1946 - Le Mésoclimat forestier de Fontainebleau. Thermométrie. Centre régional de Recherches naturalistes, Fontainebleau, 142 p.
- DOIGNON, P., 1948 - Le Mésoclimat forestier de Fontainebleau. Pluviométrie. Centre régional de Recherches naturalistes, Fontainebleau, 135 p.
- DOIGNON, P., 1951 - Le Mésoclimat forestier de Fontainebleau. Hygrométrie, nébulométrie, anémométrie, barométrie, conclusions. Centre régional de Recherches naturalistes, Fontainebleau, 39 p.
- DONN, W.T., 1965 - Meteorology, Ed. McGraw-Hill, New-York, 484 p.
- DONZEL, J., 1946 - Cas de renforcement d'un front par effet dynamique. La météorologie, pp. 312-321.
- DORIZE, L., 1967 - Régimes des précipitations dans les plaines d'Argentan, d'Alençon, et leurs bordures. Thèse de troisième cycle, Fac. Caen, 280 p.
- DRAGHICI, I., 1973 - Parametri remarcabili in analiza obiectiva a fronturilor atmosferice. Hidrotehnica 18 (6), pp. 315-319.
- DROGAJCEV, D.A., 1972 - Osennaja perestrojka cirkuljacii v astratosfere pered holodnymi zimami. Meteorologija i gidrologija, 5, pp. 35-44.
- DRONIA, H., 1974 - Über Temperaturänderungen der freien Atmosphäre. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 166-174.
- DUCHAUFFOUR, P., 1965 - Précis de Pédologie, Masson, Paris, 482 p.

- DUFOUR, L.- Quelques événements météorologiques anciens
d'après les lettres de Malherbe. Ciel et Terre, 89,
pp. 129-134.
- DUNKEL, M., HASSE, L., WICKNITZ, J., 1974 - Turbulent fluxes
of momentum, heat and water vapor in the atmospheric
surface layer at sea during ATEX. Boundary-Layer
Meteorology, 6, pp. 81-106.
- DU PLESSIS, M.T.C., s.d.- Description géographique et histo-
rique de la Haute Normandie, 726 et 828 p.
- DURAND-DASTÈS, F., 1969 - Géographie des airs. P.U.F.,
Paris, 275 p.
- DUVAL, J.A., 1952 - Géographie physique du Pays d'Auge.
Lisieux, 95 p.
- DURVERGE, P., 1973 - Météorologie et environnement.
J. soc. Stat. Paris, pp. 187-205.
- DYER, A.J., 1967 - The turbulent transport of heat and
water vapour in an unstable atmosphere.-
Quart. J.R. Met. Soc., 93, pp. 501-508.
- DZUDZEEVSKII, B.L., 1963 - Fluctuations of general circula-
tion of the atmosphere and climate in the twentieth
century. Les changements de climat. Actes du Collo-
que de Rome, UNESCO, OMM., pp. 285-295.
- ECHOLS, W.T., WAGNER, N.K., 1972 - Surface roughness and
internal boundary layer near a coastline. J. Appl.
Met., 11, pp. 658-662.
- ECKART, C., 1960 - Hydrodynamics of Oceans and Atmospheres,
Pergamon, New-York.
- EIFFET, G., 1914 - Atlas météorologique pour 1914.

- ELHAI, H., 1968 - Biogéographie. A. Colin, Paris, 467 p.
- ELIASSEN, A., 1959 - On the formation of fronts in the atmosphere. The Atmosphere and the sea in Motion, University Press Oxford, pp. 277-287.
- ELIASSEN, A., 1962 - On the vertical circulation in frontal zones. Geofys. Publikasjoner 24, pp. 147-160.
- ELIASSEN, A., KLEINSCHMIDT, E., 1957 - Dynamic meteorology. Handb. Phys. 48, 154 p.
- ELLIOT, G.D., 1965 - Heat, water and vorticity balance in frontal zones. J. App. Met. 4, pp. 196-211.
- ELLIOT, G.D., REED, R.K., 1973 - Oceanic rainfall off the Pacific Northwest Coast. J. Geophys. Res. 78, pp. 941-948.
- ELLSWORTH, J.W., 1960 - atmospheric radiation tables. Met. Monog. 4 (23), American Met. Soc., 43 p.
- EL-SAYED, I., 1973 - Contribution of ocean's sensible heating to the atmospheric available potential energy. Archiv für Meteorologie, Geophysik and Bioklimatologie 22, A, pp. 257-284.
- EMMICH, P., 1971 - Bildung und Wanderung eines Kaltluft-tropfens. Meteorol. Rundsch. 24, pp. 91-93.
- EMMICH, P., 1974 - Zum Problem der Interpretation numerischer Vorhersagekarten hinsichtlich der Entwicklung junger Frontalwellen. Meteorol. Rundsch. 27, pp. 137-141.
- EMSALEM, R., 1972 - Nature et principaux facteurs de l'évapo-transpiration. Météorologie, 22, pp. 1-53, 23, pp. 1-50.

- EREDIA, F., 1942 - Le Indagini climatologiche sulle irruzioni di masse di aria fredda. Universo, 13 p.
- ERIKSEN, W., 1971 - Die Häufigkeit meteorologischer Fronten über Europa und ihre Bedeutung für die klimatische Gliederung des Kontinents. Ein Beitrag zur synoptischen Klimageographie. Erdkunde, 25(3), pp. 163-178.
- ESCOURROU, G., 1972 - Recherches sur l'originalité du climat côtier. 4ème Cong. Int. de la Mer. 15ème Cong. Int. de Thalassothérapie, Dinard, 1972/5/7-14, pp. 215-220.
- ESCOURROU, G., 1973 - L'influence des blocages atlantiques sur les températures de la France. Bull. Climatol. de Haute Normandie 70/71/72, 29 p.
- ESCOURROU, P., 1972 - Un climat marin tempéré : le climat des côtes françaises de la Manche. Cahiers de l'Association Française de Biométéorologie, 5, pp. 14-25.
- ESCOURROU, P., 1973 - Les stations de thalassothérapie de Bretagne et de Normandie, exempl. dactylographié, 213 + 98 p.
- ESTIENNE, P., 1956 - Recherches sur le climat du Massif Central français. Memor. 43. Météorologie Nationale, Paris, 242 p.
- ESTIENNE, P., GODARD, A., 1970 - Climatologie. A. Colin, 365 p.
- ESTOQUE, M.A., 1961 - A theoretical investigation of the sea breezes. Quart. J.R. Met. Soc. 87, pp. 136-146.

- ESTOQUE, M.A., 1962 - The sea breeze as a function of the prevailing synoptic situation. J. Atmos. Sci. 19, pp. 244-250.
- ESTOQUE, M.A., BHUMALKAR, C.M., 1969 - Flow over a localized heat source. Mon. Weath. Rev. 97, pp. 850-859.
- Etude biogéographique du vent sur le littoral Languedoc-Roussillon, 1967. Service de la carte de la végétation. Mission ministérielle pour l'aménagement du littoral Languedoc-Roussillon, 1967, 234 p.
- EWERT, A., 1972 - O. obliczeniu Kontynentalizmu termicznego Klimatu. Przegląd Geograficzny 44, pp. 273-288.
- FACY, C., PETIT, H., RIVILLIER, J.- Méthodologie d'étude de l'environnement biométéorologique de l'homme. Bioclimat 10, 392 p.
- FAIRBRIDGE, R.W. et al., 1967 - The Encyclopaedia of Atmospheric Sciences and Astrology. Rheinold, New-York, 1200 p.
- FARKAS, E., 1973 - Sea surface temperatures and atmospheric circulation anomalies south of New Zealand during 1957 to 1966. Meteorological Office Note, N° 73, 15 p.
- FECHNER, H., 1972 - Die kinetische Energie und der Transfer zwischen zonaler und turbulenter kinetischer Energie der Hamburgcr Sturmflutwetterlage vom Februar 1962. Meteorol. Rdsch. 25, pp. 69-81.
- FECHNER, H., 1972 - Die Leistung der Reibungskräfte in der Atmosphäre über Nordatlantik und Europa während der Hamburger Sturmflutwetterlage. 1962. Meteorol. Rdsch. 25, pp. 171-180.

- FIEDLER, F., 1970 - Klimawerte zur Temperatur und Windschichtung in der untersten 50 m. der Atmosphäre. Wiss. Mitt. Meteorol. Inst. Univ. München N° 18.
- FIEDLER, F., PANOFISKY, H.A., 1972 - The geostrophic drag coefficient and the effective roughness. Quart. J.R. Met. Soc., 98, pp. 213-220.
- FINCH, C.R., 1972 - Some heavy rainfalls in Great Britain 1956-1971. Weather 27, pp. 364-377.
- FLAUBERT, G.- Madame Bovary.
- FLETCHER, N.H., 1962 - Physics of rainclouds. University Press, Cambridge, 386 p.
- FLOHN, H., 1954 - Witterung und Klima in Mitteleuropa. Zurich, 218 p.
- FLOHN, H., 1957 - Zur frage der Einteilung der Klimazonen. Erdkunde II, pp. 161-175.
- FLOHN, H., 1968 - Le temps et le climat. Hachette, Paris, 256 p.
- FLOHN, H., 1971 - Arbeiten zur allgemeinen Klimatologie VI, Wiss. Buchgesellschaft. Darmstadt., 319 p.
- FLOHN, H., 1973 - Globale Energiebilanz und Klimaschwankungen. Bonner Meteorol. Abh. 19, pp. 75-117.
- FLOHN, H., RUPRECHT, E., 1973 - Beitrag zu einer Klimatologie der Niederschlagsstruktur. Meteorol. Rdsch., 36, pp. 48-51.
- FOLZ, J.M., 1973 - Surveillance, prévention, alarme : trois missions du réseau de mesures de l'agglomération rouennaise. Nuisances et Environnement, 25, pp. 39-41.

- FONTAINE, P., 1951 - Les "gouttes d'air froid" sur l'Europe, la Méditerranée et l'Atlantique Est. Météorologie 2, pp. 98-112.
- FONTAINE, P., 1964 - Considérations sur le bilan hydrologique. Bassins fluviaux de moyenne importance. Monog. 37, Météorologie Nationale, Paris, 36 pp.
- FONTAINE, P., 1969 - Quelques applications particulières du bilan hydrologique, calcul des débits moyens mensuels d'une rivière. Prévision à longue échéance du caractère de certaines phases du bilan hydrologique. Monog. 67. Météorologie Nationale, Paris, 4 + 18 p.
- FOUCAULD, D., 1910 - Etude sur le climat de Flers. Le Pays Bas-Normand.
- FOUCAULD, D., 1913 - La saison chaude de 1911 à Flers et le froid de la Chandeleur de 1912. Le Pays Bas-Normand.
- FREEMAN, M.H., 1961 - Fronts investigated by the Meteorological Fligh. Met. Mag. 90, pp. 89-103.
- FRECHETTE, J.G., 1972 - Les facteurs hydro-météorologiques et l'environnement forestier. Feuille Météorologique, II, pp. 169-178.
- FREMONT, A., 1967 - L'élevage en Normandie, étude géographique. Thèse de Doctorat. Ass. des Publications de la Fac. des Lettres, Caen, 626 + 318 p.
- FUKUOKA, Y., 1971 - Relation of precipitation to soil temperature (IST report) - cooling effect of ground surface by rain water. Japanese progress in climatology. Geographical Review of Japan 42, pp. 69-80.

- FUKUOKA, Y., 1972 - Relation of precipitation to soil temperature (2nd report). Effect of soil moisture on heat exchange in soil. Japanese Progress in Climatology, pp. 38-46.
- GABILLY, A., 1969 - Périodes sèches, périodes pluvieuses et incidences lunaires. La Météorologie 5(12), pp. 67-75.
- GALIN, M.B., 1973 - Approximate theory of planetary waves. Fluid Mechanics. Soviet Research 2(3), pp. 37-42.
- GALLOT, N.P., 1965 - La pollution atmosphérique dans le département de Seine-Maritime. Revue trimestrielle de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique 3(4), pp. 312-320.
- GALLOWAY, J.L., 1960 - The three-front model, the developing depression and the occluding process. Weather 15, pp. 293-309.
- GARENC, P., 1957 - Contribution à l'étude du climat d'entre Loire-Inférieure et Gironde d'après des Archives climatologiques inédites. Mémor. 44, 198 p.
- GARNIER, M., 1954 - Contribution à l'étude des gelées en France. La Météorologie, 369-378.
- GARNIER, M., 1963 - Nombre moyen de précipitations en France (1- Période 1921-1950, 2- Période 1931-1960). Monog. 29. Météorologie Nationale, Paris, 2 + 42 p.
- GARNIER, M., 1964 - Valeurs normales des températures en France (1921-1950). Monog. 30. Météorologie Nationale. Paris, 4 + 48 p.

- GARNIER, M., 1966 - Valeurs normales des hauteurs de précipitations en France : I- Période 1931-1960 ; II- Période 1901-1950. Monog. 55. Météorologie Nationale, Paris, 110 p.
- GARNIER, M., 1966 - Climatologie de la France. Eléments de la variation diurne. Mémor. 51, Météorologie Nationale, Paris, 1966.
- GARNIER, M., 1967 - Climatologie de la France. Sélection de données statistiques. Mémor. 50. Météorologie Nationale, Paris, 294 p.
- GARNIER, M., 1974 - Valeur moyenne des hauteurs de précipitations en France, période 1951-1970. Monog. 91. Météorologie Nationale, Paris, 115 p.
- GARRATT, J.R., 1973 - Studies of turbulence in the surface layer (Lough Neagh). III- Wave and drag properties of the sea-surface in conditions of limited fetch. Quart. J.R. Met. Soc. 99, pp. 35-47.
- GAUSSEN, H., 1952 - La pluviosité et les régimes pluviométriques en France. Rev. Geo. Pyr. et S.-e., pp. 277-312.
- GAUSSEN, H., 1952 - L'indice xérothermique. B.A.G.F., pp. 10-16.
- GAUSSEN, H., 1956 - L'étude des climats sur les courbes ombrothermiques. I.G., pp. 191-193.
- GAYRAL, P., 1966 - Les algues des côtes françaises. Manche et Atlantique, Dunod, Paris, 631 p.
- GAZZI, M., SIMONI, G., VICENTINI, V., 1972 - Bibliografia "visibilità" - IFA-STR, N° 17, Istituto di Fisica dell' Atmosfera. Rome. 6 + 51.

- GAZZI, M., SIMONINI, G., VICENTINI, V., 1972 - Bibliografia "nebeia" 1950-1970. IFA-STR, N° 18. Istituto di Fisica dell'Atmosfera. Roma. 80 p.
- GEB, H., 1971 - Neue Aspekte und Interpretationen zum Luftmassen- und Frontenkonzept. Meteorologische Abhandlungen 109(2), Dietrich Reimer, Berlin, 121 p.
- GEDEONOV, A.D., 1947 - Eighty-year cycle of mean monthly air temperature in the Northern hemisphere and historical variation of ice-conditions of the Kara-Sea. Bull. of the All. Union Geographie Society, 6, 653-658.
- GEIGER, R., 1965 - The climate near the ground. 2ème éd., University Press Harvard, 611 p.
- GENEVE, R., 1961 - La grêle. Mémor. 48. Météorologie Nationale, Paris, 82 p.
- GIAO, A., ROULLEAU, J., 1960 - Le champ de température dans quelques types de mouvements atmosphériques. Mémor. 47, Météorologie Nationale, Paris, 48 p.
- GILCHRIST, A., 1971 - An example of synoptic development in a general circulation model. Quart. J.R. Met. Soc., 97, pp. 340-347.
- GILES, B.D., 1972 - A three-dimensional model of a front. Weather, 27, pp. 352-363.
- GILLY, G., 1974 - Le climat des stations côtières françaises du Golfe de Gênes. D.E.S. Univ. des Sci. et Tech. Langue d'oc. Montpellier, 42 p.
- GIRARD, C., 1973 - Utilisation des données météorologiques pour l'étude des sols. C.R. des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 59, pp. 97-106.

- GIVONI, B., 1959 - Man, Climate and Architecture. Elsevier, Amsterdam, 8 + 349 p.
- GODSKE, C.L. et al., 1957 - Dynamic meteorology and weather forecasting. American meteorological Society, Boston, 800 p.
- GODY, R., 1964 - The transmission of the atmospheric sciences. American meteorological Society 21, pp. 545-561.
- JOVANEZ, R.R., NISAL, Y., GAGGE, A.P., 1974 - Experimental evaluation of standard effective temperature. A new biometeorological index of men's thermal discomfort. Int. J. Biometeorol. 18, pp. 1-15.
- JOSEY, R.P., 1954 - The physics of the stratosphere. University Press, Cambridge, 180 p.
- GOODY, R.M., 1964 - Atmospheric radiation. Clarendon Press, Oxford, 436 p.
- GORDON, A.H., 1962 - Elements of Dynamic meteorology. English University Press, Londres, 217 p.
- GRILLER, J., 1971 - Les types de temps d'hiver à Berlin. La Météorologie, 5(17), pp. 99-132.
- GRUBER, G., 1954 - Climatic classification and climatic change. Erdkunde, 8, pp. 246-252.
- GRUBER, G., 1952 - Statistical Methods of the Geographer. Longmans, Londres, 240 p.
- GRILLER, J., 1973 - Numerische Experimente zur Ermittlung charakteristischer Abmessungen und Intensitäten von Konvektionszellen. Meteorol. Rundsch., 26, pp. 33-44.
- GRISOLLAT, H., 1951 - Caractères statistiques des relations de température en saisons consécutives à Paris. météorologie, pp. 6-25.

- GRISOLLET, H., 1951 - Etude de la corrélation entre la durée de l'insolation et l'amplitude de la variation diurne de la température de l'air à Paris. Météorologie, pp. 175-184.
- GRISOLLET, H., 1958 - Climatologie de Paris et de la Région Parisienne. Mémorial, 45, Météorologie Nationale, Paris, 78 p.
- GRISOLLET, H., PELETTIER, J., 1957 - La pollution atmosphérique au centre de Paris et ses relations avec quelques facteurs climatologiques. Météorologie 47, pp. 393-418.
- GRISOLLET, H., GUILMET, B., ARLERY, R., 1962 - Climatologie. Méthodes et pratiques. Gauthier-Villars, Paris, 401 p.
- GROSREY, A., 1974 - Relation entre la hauteur moyenne des précipitations et la distance à la mer. Etude mathématique de la répartition des pluies en Europe Occidentale. Météorologie, 30, pp. 31-32.
- GUERIN, 1823 - Résumé des observations barométriques et thermométriques faites à la Chapelle près de Dieppe. Biblioth. Univers., T. XXII, p. 107.
- Guide des instruments et des observations météorologiques, 1973, 4ème éd. O.M.M., Genève, 396 p.
- GUILBERT, C., 1894 - Les observations météorologiques dans le Calvados. A.F.A.S., pp. 113-125.
- GUILBERT, C., 1895 - Notices sur l'hiver de 94-95 dans le Calvados. Cosmos, 31, pp. 16-18.
- GUILCHER, A., 1953 - Sur deux caractères du climat océanique tempéré. Cahiers de l'Information Géographique, pp. 52-57.

- GUILCHER, A., 1965 - Précis d'hydrologie. Masson, Paris, 389 p.
- GULLY, L.- Climatologie de Rouen.
- HADAS, A., 1972 - The application of method of elementary differences to some statistical measures for the representation of climatological data. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, B, 20, pp. 365-372.
- HALL, B.A., EVANS, W., 1974 - Contrails as an indication of horizontal wind-shear near a jet-stream. Weather, 29, pp. 387-389.
- HALLAIRE, M., 1954 - L'évapo-transpiration réelle. Mesure et interprétation dans les conditions naturelles. La Météorologie, pp. 379-401.
- HALLAIRE, M., 1960 - La sécheresse de l'année 1959 dans la moitié Nord de la France. La Météorologie, pp. 289-301.
- HALTINER, G.J., 1971 - Numerical Weather Prediction. John Wiley, New-York, 317 p.
- HALTINER, G.J., MARTIN, F.L., 1957 - Dynamical and Physical Meteorology. McGraw-Hill, New-York, 470 p.
- HAMILTON, R.A., MASON, B.D., BRIDGE, G.C., 1973 - A climatology of the stratosphere over North-West Europe. Meteorol. Off., Geophys., Mem. 119, Bracknell, 37 p.
- HANEL, G., 1974 - A study of the contribution of pollution to visibility in a radiation fog. Atmos. Environment, 8(6), pp. 669-671.

- HARDMAN, M.E., JAMES, D.G., GOLDSMITH, P., 1972 - The measurement of mesoscale vertical motions in the atmosphere. Quart. J.R. Met. Soc., 98, pp. 38-47.
- HARE, F.K., 1960 - The Westerlies. Geog. Rev. 50, pp. 345-367.
- HARE, F.K., 1963 - Energy exchange and the general circulation. Geography, pp. 229-241.
- HARRANG, C., 1970 - La mesure des précipitations. Monog. 78. Météorologie Nationale, Paris, 87 p.
- HARRISON, C.G.A., PROSPERO, J.M., 1974 - Reversals of the earth's magnetic field and climatic changes. Nature, 250 : pp. 563-565.
- HARROLD, T.W., 1973 - Mechanisms influencing the distribution of precipitation within baroclinic disturbances. Quart. J.R. Met. Soc. 99, pp. 232-251.
- HASSE, L.N., 1971 - The sea surface temperature deviation and the heat flow at the sea-air interface. Boundary-Layer Met. I (3), 368-79.
- HASTENRATH, S.L., 1968 - Der regionale und jahrzeitliche Wandel des vertikalen Temperaturgradienten und seine Behandlung als Wärmehaushaltshollen. Meteorol. Rdsch. 21, pp. 46-51.
- HATCH, D.J., 1973 - British climate in generalised maps. Weather, 28, pp. 509-516.
- HEDIARD, L., 1938 - Monographie agricole du département du Calvados. Caen, 318 p.
- HEILMAN, 1889 - Essai sur la climatologie de Rouen (1862-87). Bull. Soc. Ind. de Rouen, 46 p.

- HELLAND-HANSEN, B., 1949 - Remarks on some variations in atmosphere and sea. Geografiska Annaler., pp. 75-82.
- HELLERMAN, S., 1965 - Computation of wind stress fields over the Atlantic Ocean. Mon. Weath. Rev. 93, pp. 239-244.
- HENDRICKS, J.R., 1974 - Extreme temperature recurrence. Meteorol. Branc, Tech. Memo. 801, 9 p.
- HENIN, S., 1945 - Précipitation, déficit d'écoulement et indice d'aridité. Bull. A.F.A.S., pp. 159-166.
- HERRIOT, E., 1925 - La Forêt normande. Hachette, Paris, 370 p.
- HESS, S.L., 1959 - Introduction to Theoretical Meteorology. Henry Holt, New-York, 362 p.
- HEURTIER, R., 1968 - Essai de climatologie touristique synoptique de l'Europe occidentale et méditerranéenne pendant la saison d'été. La Météorologie, pp. 71-107, 519-566.
- HEYER, E., 1963 - Witterung und Klima. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 439 p.
- HINDLEY, D.R., 1972 - The importance of low sea surface temperatures in inhibiting convection along the North sea coast in Summer. Met. Mag. 101, pp. 155-156.
- HINZE, J.O., 1959 - Turbulence. McGraw Hill, Londres, 586 p.
- HISHIDA, K., NISHIYAMA K., 1972 - On the diagram for evaluating the amount of heat exchange at the sea surface (supplement). Umi to Sora, 48, pp. 23-38.
- HOLMBOE, J., FORSYTHE, G.E., GUSTIN, W., 1947 - Dynamic meteorology : John Wiley, 378 p.
- HOLTON, J.R., 1972 - An Introduction to Dynamic Meteorology. Academic Press, Londres, 319 p.

- HOMMERIL, P., LARSONNEUR, C., 1963 - Les effets des tempêtes du premier semestre 1962 sur les côtes bas-normandes. Cahiers Océanographiques, 15, pp. 320-334.
- HOMMERIL, P., LARSONNEUR, C., 1963 - Quelques effets morphologiques du gel intense de l'hiver 1963 sur le littoral bas-normand. Cahiers Océanographiques, 15, pp. 638-650.
- HORNE, R.A., 1972 - Structure of sea water and its role in chemical mass transport between the sea and the atmosphere. J. Geophys. Res., 77, pp. 517J-5176.
- HORVATH, I., FEHER, V.I., 1965 - The lesser maximum of evening temperature. Acta climatologica IV-V, pp. 83-91.
- HOSHELE, K., 1974 - Die Repräsentanz zeitlicher Stichproben einiger für Immissions-Betrachtungen wesentlicher meteorologischer Größen. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 5-10.
- HOSKINS, B.J., 1971 - Atmospheric frontogenesis models : some solutions. Quart. J.R. Met. Soc. 97, pp. 139-153.
- HOSKINS, B.J., 1972, BRETHERTON, F.P., 1972 - Atmospheric frontogenesis models : mathematical formulation and solution. J. Atmos. Sci. 29, pp. 11-37.
- HOUGHTON, D.D., KUTZBACH, J.E., SUCHMAN, D., 1974 - Response of a general circulation model to a sea temperature perturbation. J. Atmos. Sci., 31, pp. 857-868.
- HOWE, G.M., 1956 - The moisture balance in England and Wales. Weather, II, pp. 74-82.

- HSU, S.A., 1973 - Dynamics of sea breeze in the atmosphere boundary layer : a case study of the free convection regime. Mon. Weath. Rev., 101, pp. 187-194.
- HSU, S.A., 1974 - A dynamic roughness equation and its application to wind stress determination at the air-sea interface. J. Phys. Oceanogr., 4, pp. 116-120.
- HSU, S.A., 1974 - Experimental results of drag-coefficient estimation for air-coast interfaces. Boundary-Layer Meteorol. 6, pp. 505-507.
- HSU, S.A., 1974 - On the log-linear wind profile and the relationship between shear stress and stability characteristics over the sea. Boundary-Layer Meteorol. 6, pp. 509-514.
- HUFF, F.A., CHANGNON, S.A., 1973 - Precipitation modification by major urban areas. Bull. Am. Meteorol. Soc. 54, pp. 1220-1232.
- HUFTY, A., 1968 - Les climats thermiques du Québec méridional. Cahiers du Québec, pp. 25-47.
- HUGUES, G.H., 1972 - Periodicity of 34 years in even summers. Weather, 27, pp. 241-246.
- HUSCHKE, R.E., 1959 - Glossary of Meteorology. Amer. Met. Soc. Boston, 636 p.
- HUSTICH, I., 1949 - On the collaboration between growth and the recent Climatic fluctuation. Geografiska Annaler, pp. 90-105.
- IDOL, S.B., JACKSON, R.D., 1969 - Thermal radiation from the atmosphere. J. Geophys. Res., 23, pp. 397-403.
- Indicateur de Bayeux, depuis 1839.

Influences exercées par la forêt sur son milieu, 1962.

F.N.O., Rome, 341 p.

JACOBS, S.J., 1974 - On wind-driven lake circulation.

J. Phys. Oceanog. 4, pp. 392-399.

JACQUET, J., 1960 - Répartition spatiale des précipitations à l'échelle fine et précision des mesures pluviométriques. Publication de l'A.I.H.S. 53.

JANOWITZ, G.S., 1974 - Blocking in slow stratified flows.

J. Geophys. Res. 79, pp. 1265-1268.

JOHNSON, J.C., 1954 - Physical Meteorology. J. Wiley, New-York, 393 p.

JONAS, P.R., TABONY, R.C., 1973 - Precipitation growth at a cold front. Quart. J.R. Met. Soc. 99, pp. 252-259.

DE JONG, B., 1973 - Net radiation received by a horizontal surface at the earth. University Press, Delft., 52 p.
Journal de Normandie, 1785-1804.

JUSTUS, C.G., WOODRUM, A., 1973 - Upper atmospheric wave and gravity wave observations. J. Atmos. Sci. 30, pp. 1267-1275.

KAILHAL, J.C., WYNGAARD, C.C., LUNN, Y., COLE, L.R., 1972 - Spectral characteristics of surface-layer turbulence. Quart. J.R. Met. Soc. 98, pp. 563-569.

KAC, S.K., 1965 - Some aspects of the large-scale turbulence and diffusion in the atmosphere. Quart. J.R. Met. Soc., 91, p. 157.

KASAHARA, A., RAP, D.B., 1972 - Instability of frontal motions in the atmosphere. J. Atmos. Sci. 29, pp. 1090-1108.

- KATTAWAR, G.W., PLASS, G.N., 1972 - Radiative transfer in the Earth's atmosphere-ocean system. Journal of Physical oceanography 2, pp. 146-156.
- KEIL, K., 1973 - Klimapendelungen. Riv. Ital. Geofis. 22(3-4) 186 p.
- KENDALL, M.G., STUART, A., 1968 - The advanced theory of statistics. Design and analysis and time-series, 2ed. Ch.-Griffin, Londres, 10 + 557 p.
- KENDREW, W.G., 1957 - Climatology. 2ed University Press, Oxford, 400 p.
- KENDREW, W.G., 1961 - The climates of the continents. 5 ed. University Press, Oxford, 608 p.
- KIEFER, W., FISCHER, G., 1971 - Untersuchungen über ageostrophische Windkomponenten in der freien Atmosphäre. Meteorol. Rdsch. 24, pp. 97-103.
- KITTREDGE, J., 1948 - Forest Influences. McGraw-Hill, New-York, 394 p.
- KIVELIOVITCH, M., VIALAR, J., 1954 - Comment déceler la présence du hasard dans l'observation des phénomènes naturels. La Météorologie, pp. 171-178.
- KLEIN, W.H., 1957 - Principal tracks and means frequencies of cyclones and anticyclones in the Northern Hemisphere. Research Paper N° 40. Weather Bureau, Washington, 60 p.
- KOFLANDVITS, E., 1974 - Hosszu csapadéksorok trendjének elemzése Europa területén. Időjárás, 78, pp. 88-96.
- KONAGA, S., 1966 - Water temperature at the sea surface ; a calculation of energy budget to sea surface.

- Umi to Sora, 41, pp. 148-151.
- KONAGA, S., KAMBE, M., HORI, K., 1973 - Water temperature at sea surface : Variations of water and air temperature near sea surface. Umi to Sora, 49, pp. 85-93.
- KONDRATIEV, K.Y., 1972 - Radiation processes in the atmosphere. D.M.M., 309, p. 214.
- KONONKOVA, G.E., 1973 - Experimental study of the turbulence structure of the air flow near a water surface. Fluids Mechanics Soviet Research 2, pp. 55-58.
- KOPPANY, G.Y., 1974 - Az analógiaik extrapolációjának felhasználása a havi és évszaki előrejelzések készítéséhez. Időjárás, 78, pp. 97-108.
- KORNFIELD, J., HASLER, A.F., HANSON, K.J., SUOMI, V.E., 1967 - Photographic cloud climatology from ESSA III and V computer produced mosaics. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 48, pp. 878-882.
- KOSIBA, A., 1963 - Some remarks on the last climate fluctuations in the Arctic regions and in Central Europe. Les changements de climat. Actes du Colloque de Rome, UNESCO, Paris, pp. 271-273.
- KRAUS, E.B., 1967 - Wind, stress along the sea surface. Adv. Geophysics 12, pp. 213-255.
- KRAUSS, E.B., 1972.- Atmosphere-Ocean Interaction. Clarendon Press, Oxford, 275 p.
- KRAUSS, E.B., 1973 - Comparison between ice age and present general circulations. Nature, 245, pp. 129-133.
- KRECHMER, S.I., PANIN, G.N., IPATOV, V.V., 1972 - Measurement of humidity pulsations above the sea.

- Izvestiya, Atmospheric and oceanic physics, 8, pp. 448-450.
- KREISS, H., OLIGER, J., 1973 - Methods for the approximate solution of time dependent problems. GARP, Publications Series 10. OIM, Genève, 20 + 107 p.
- KRUMBIEGEL, D., 1973 - Vorhersage der Bodentemperatur für die agr. meteorologische Beratung der Frühjahrseinstellung. Zeitschrift für Meteorologie 23, pp. 225-231.
- KRUMBIEGEL, D., 1973 - Untersuchungen zur Prognose des Beginns der Feldarbeiten im Frühjahr. Zeitschrift für Meteorologie, 23, pp. 232-236.
- KRUHL, H., 1949 - Beitrag zur synoptisch-aerologischen Auswertung der Topographie der 500mb fläche für die Wetterprognose. Annalen des meteorologie, 1-17.
- KRYNOLIN, A.L., 1969 - The effect of the North Atlantic in the formation of the seasonal 500 mb height field on the first natural synoptic region. Gidromet 43, pp. 97-104.
- KUNG, E.C., 1963 - Climatology of aerodynamic roughness parameter and energy dissipation on the planetary boundary layer of the northern hemisphere. Annual Report, Dept. of Meteorology, University of Wisconsin, pp. 37-96.
- KUNG, E.C., 1971 - A diagnosis of adiabatic production and destruction of kinetic energy by the meridional and zonal motions of the atmosphere. Quart. J.R. Met. Soc. 97, 61-74.

- KURASHIGE, K., 1973 - Periodicities of the variation of the atmospheric pressure, tidal residuals and sea surface temperature, in the period of 1 to 4 weeks. Umi to Sora 49, pp. 35-38.
- KÜTTNER, J., 1959 - The band structure of the atmosphere. Tellus II, pp. 267-294.
- KÜTTNER, J., 1971 - Cloud bands in the earth's atmosphere. Observations and theory. Tellus 23, pp. 404-425.
- LACAZE, J., 1967 - Contribution à la théorie du courant de base dans la circulation atmosphérique générale. Météorologie, pp. 133-150.
- LACAZE, J., 1973 - Introduction du gradient thermique et du cisaillement vertical du vent dans la théorie des effets de relief proches des obstacles. La Météorologie, pp. 107-125.
- LACAZE, J., LACAZE, G., 1974 - Détermination simple du coefficient de diffusivité turbulente verticale K_z pour la chaleur sensible et la quantité de mouvement dans les premiers mètres au-dessus du sol, tenant compte de l'effet radiatif. Météorologie, 30, pp. 1-5.
- LAEVASTU, T., WOLFF, P.M., 1965 - Quelques principes d'analyse et de prévision d'analyse océanographique synoptique. Météorologie, pp. 305-319.
- LAMB, H.H., 1951 - Essay on frontogenesis and frontolysis. Met. Mag. 80, pp. 35-36, 65-76, 97-106.
- LAMB, H.H., 1960 - Representation of the general atmospheric circulation. Met. Mag. 89, pp. 319-330.

- LAMB, H.H., 1963 - On the nature of certain climatic epochs with differed from the modern (1900-1939) normal. Les changements de climat. Actes du Colloque de Rome. UNESCO, Paris, pp. 125-147.
- LAMB, H.H., 1964 - The English Climate. English Universities Press, Londres, 212 p.
- LAMB, H.H., 1972 - British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation patterns 1861-1971. Geophysical memoirs 16, N° 116, Her Majesty's Stationery Office. Londres. 4 + 85 p.
- LAMB, H.H., 1972 - Climate present, past and future. I- Fundamentals and climate now. Methuen, Londres, 648 p.
- LAMB, H.H., 1973 - Whither climate now ? Nature, 244, pp. 395-397.
- LAMB, H.H., 1974 - Reconstitution des zones climatiques dans le passé historique. Essai, 33, pp. 40-47.
- LAMB, H.H., COLLISCH, H.A.F., RUTLIFF, R.A.S., 1973 - Northern Hemisphere monthly and annual mean-sea-level pressure distribution for 1951-1966, and changes of pressure and temperature compared with those of 1900-39. Meteorol. Off. Geophys. Me. 118. Bracknell, 36 p.
- LANDSBERG, H.E., 1972 - The assessment of human bioclimate. A limited review of physical parameters. Technical note 123. C.M.I., Genève, 11 + 36 p.
- LANDSBERG, H.E. Ed.- World Survey of Climatology. V- Climates of Northern and Western Europe. C.C. Wallon Elsevier, Londres, 1970, 232 p.

- LANDSBERG, H.H., MAISEL, T.N., 1972 - Micrometeorological observations in an area of urban growth. Boundary-Layer meteorology, 2, pp. 365-370.
- LANGLOIS, H., 1893 - Notice sur l'incendie de la flèche de la cathédrale de Rouen (étés secs 1719-1803). Cosmos.
- LA VARENDE, J., 1950 - La Normandie en fleurs. La Palatine, Paris.
- LAWRENCE, E.N., 1972 - Westerly-type rainfall and atmospheric mean-sea-level pressure over England and Wales. Met. Mag. 101, pp. 129-137.
- LAWRENCE, E.N., 1972 - The earliest known journal of the weather. Weather, 27, pp. 494-501.
- LAWRENCE, E.N., 1973 - High values of daily areal rainfall over England and Wales and synoptic patterns. Met. Mag. 102, 361-366.
- LEAHEY, D.M., 1974 - A study of air flow over irregular terrain. Atmos. Environment 8, pp. 783-791.
- LECARPENTIER, P., 1971 - Les régimes thermiques en Seine-Maritime. Bulletin climatologique de Haute-Normandie, 39, pp. 31-42, 40, pp. 31-35, 41, pp. 31-36, 42, pp. 31-34.
- LECOINTE, A., PROVOST, M., 1970 - Etude de la végétation du Mont-Pingon (Calvados). Bull. Soc. Linn. Norm., 218 p.
- LE GALL, P., 1970 - Etude des moulières normandes, renouvellement, croissance. Vie et Milieu. B. Océanographie, 21, pp. 545-590.

- LEITH, C.E., 1973 - The standard error of time-average estimates of climatic means. J. Appl. Met. 12, pp. 1066-1069.
- LE FLOCH, J., 1961 - Influence de la pression barométrique et du vent sur le niveau moyen au Havre. Cahiers Océanographiques, 13/80, pp. 547-551.
- LEMEE, G., 1937 - Monographie phytogéographique d'une forêt normande, la forêt de Cerisy. Bull. Soc. Linn. Norm., pp. 125-141.
- LEMEE, G., 1937 - Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Thèse, Revue générale de Botanique 49, 385 p.
- LEMEE, G., 1938 - La végétation des falaises du Nord de La Hague - Manche. Bull. Soc. Bot. Fr., LXXXV, pp. 189-200.
- LEMEE, G., 1967 - Précis de Biogéographie. Masson, Paris, 358 p.
- LENSCHOW, D.H., 1972 - The air mass transformation experiment (AMTEX). Bull. Amer. Meteorol. Soc. 53, pp. 353-357.
- LEPAS, J., ROCHE, G., 1965 - Cours de Météorologie générale. Ecole de la Météorologie. Ministère des Travaux Publics. Paris, 166 + 220 p.
- LE ROY LADURIE, E., 1967 - histoire du climat depuis l'an mil. Flammarion, Paris, 581 p.
- LESAGE, G., 1962 - Le Pays de Lyons et sa forêt domaniale. S.I. et Société des Amis de Lyons-le-Forêt, 146 p.
- LIAIS, E., 1849 - Considérations sur le climat de Cherbourg.

- Mélanges scientifiques Liais. Cherbourg, pp. 3-14.
- LIAIS, E., 1860 - Influence de la mer sur les climats.
Résultats des observations météorologiques faites à
Cherbourg en 1848-1849-1850-1851. Mémoires de la
Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg,
7, p. 3.
- LIGHTHILL, M.J., 1969 - Unsteady wind driven currents.
Quart. J.R. Met. Soc. 95, pp. 675-688.
- LILJEQUIST, G.H., 1949 - On fluctuations of the Summer mean
temperatures in Sweden. Geografiska Annaler XXXI,
pp. 159-178.
- LINKE, F., BAUR, F., 1970 - Meteorologisches Taschenbuch.
2 ed. Akadem. Verl-Ges. Geest und Portig., Leipzig,
696 p.
- LOCKWOOD, J.G., 1962 - Occurrence of föhn winds in the British
Isles. Met. Mag. 91, pp. 57-65.
- LOCKWOOD, J.G., 1974 - World climatology, an environmental
approach. E. Arnold, Londres, 1974, 352 p.
- LUDLAM, F.H., 1972 - The meteorology of the ode to the
west wind. Weather, 27, pp. 503-514.
- LUDWIG, F.L., DABBERDT, W.F., 1973 - Effects of Urbanization
on Turbulent Diffusion and Mixing Depth. Int. J.
Biometeorol. 17, pp. I-II.
- LUMB, F.E., 1961 - Seasonnal variation of the sea surface
temperatures in coastal waters of the British Isles.
Sci. Paper 6, Meteorological Office. H.M.S.O.,
Londres, 21 p.
- LYSGAARD, L., 1963 - On the climatic variation. Les change-

- ments de climat. Actes du Colloque de Rome. UNESCO, Paris, pp. 151-158.
- McBEAN, G.A., 1971 - The variations of the statistics of wind, temperature and humidity fluctuations with stability. Boundary-Layer Meteorology, I, pp. 438-457.
- McCORMAC, B.M. et al., 1971 - The radiating atmosphere. D. Reidel Publishing, Dordrecht, 12 + 455 p.
- Mc LELLAN, H.J., 1965 - Elements of physical oceanography. Pergamon Press, Oxford, 150 p.
- McVEIL, G.E., 1964 - Wind and temperature profiles near the ground in stable stratification. Quart. J.R. Met. Soc. 90, pp. 135-146.
- MAEDE-OBERDEN, H., 1957 - Zusammenhang zwischen den Grosswetterlagen und einiger Kenngrössen der 500 mb. Fläche über Mitteleuropa. Zeitschrift für Meteorologie 13, pp. 145-162.
- MAHLBERG, H., 1973 - Mittlere jahreszeitliche Bewölkungsverteilung und Häufigkeit von heiterem, wolkeigem und stark bewölkten Wetter im europäisch-atlantischen Bereich nach Satellitenaufnahmen. Meteorolog. Rdsch. 26, 187-192.
- MAHLBERG, H., 1973 - Comparison of mean cloud cover obtained by satellite photographs and ground-based observations over Europe and the Atlantic. Mon. Weath. Rev. 101, pp. 893-897.
- MANESCU, C., DORNEAUD, 1973 - Méthode de calcul pentru stabilirea corelatiilor dintre factorii meteorologici

- si procesul de diferentiere la mugurii de rod la mar.
Hidrotehnica 18, pp. 497-500.
- MANLEY, G., 1958 - Temperature trends in England, 1698-1957.
Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie,
B. 9, pp. 413-433.
- MANLEY, G., 1974 - Central England temperatures : monthly
means 1659 to 1973. Quart. J.R. Met. Soc. 100,
pp. 389-405.
- MALONE, T.F., 1951 - Compendium of meteorology. Amer.
Meteorolog. Soc., New-York, 1334 p.
- MANABE, S., BRYAN, K., 1969 - Climate calculations with a
combined ocean-atmosphere model. J. Atmos. Sci. 26,
pp. 786-789.
- MARIDU, A., 1957 - Les déroutements aéronautiques sur les
aérodromes du littoral. Météorologie Nationale,
Paris, 43 p.
- MARISSENS, J., 1974 - Exceptional European weather events in
1973. Weather 29, pp. 305-308.
- MAROT, R.P., 1958 - Pathologie régionale de la France.
Régions du Sud et de l'Ouest. Monog. I.N.H. 16,
Hachette, Paris, 479 p.
- MARTIN (de), P., 1974 - Analyse des cernes. Dendrochronologie
et Dendroclimatologie. Masson, Paris, 79 p.
- MARTIN, S., SAINTIGNON (de), M.F., 1974 - Applications de
l'analyse factorielle en composantes principales à
l'étude de la variabilité régionale et interannuelle
des précipitations ardéchoises. Rev. Géo. Lyon, 49,
pp. 77-92.

- MASON, B.J., 1971 - The Physics of clouds. Clarendon Press, Londres, 671 p.
- MASON, H., 1958 - La mesure de la rosée. Climatologie et microclimatologie. Actes du Colloque de Canberra, UNESCO, Paris, pp. 319-344.
- MASTERKIN, M.A., 1972 - Morskije brizy v Arktike (na primere dnyti Tiksi). Trudy G.C. 118, pp. 37-42.
- MATHER, J.R., 1974 - Climatology. Fundamentals and applications. McGraw Hill, Düsseldorf, 400 p.
- MAUNDER, W.J., 1970 - The value of the weather. Methuen, Londres, 412 p.
- MAUNDER, W.J., 1972 - The formulation of weather indices for use in climatic economic studies : a New Zealand example. Meteorological Office Note 72. New Zealand Geographer 26, pp. 130-150.
- MALRAIN, C., 1950 - La météorologie et ses applications. Flammarion, Paris, 255 p.
- MARRY, M.F., 1855-1963 - The Physical Geography of the sea and its meteorology. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, 432 + 10 p.
- MERY, R., 1970 - Les oscillations climatiques en Touraine depuis 1691. Géorgica, 67, pp. 412-420.
- MAYER, I., WALK, C., 1973 - Änderungen der Energiehaushalts einer Wasseroberfläche durch Einleiten von erwärmtem Wasser. Meteorol. Rdsch. 26, pp. 52-56.
- MAYER, I., WALK, C., 1974 - Vergleich der Varianzspektren von Sonnenfleckenrelativzahlen und meteorologischen

- parametern. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 91-93.
- Mélanges Maurice Pardé, 1968. Editions Ophrys. Gap, 781 p.
- Mémoires de la Société d'agriculture et de commerce de Caen, 1827.
- Mémoires de la Société impériale des sciences naturelles de Cherbourg, 1860.
- MERONEY, R.N., 1968 - Characteristics of wind and turbulence in and above model forests. J. Appl. Met. 7, 780-788.
- MESLIN, R., 1954 - Excursion générale en Normandie. VIIIème Congrès International Botanique, Paris, pp. 29-48.
- Meteorological Glossary, 1972. Meteorological Office. Londres, Her Majesty's Stationery Office Press, Edinburgh, 319 p.
- La météorologie et l'Océan, 1971. Bull. O.M.M., pp. 216-219.
- MILES, M.K., 1962 - Wind, temperature and humidity distribution at some cold fronts over S.E. England. Quart. J.R. Met. Soc. 88, pp. 286-300.
- MILLER, A.J., 1974 - Periodic variation of atmospheric circulation at 14-16 days. J. Atmos. Sci. 31, pp. 720-726.
- MIRO-GRANADA GELABERT, J., 1973 - Una meteorologia marítima del mar Balear. Revista de Meteorologia Marítima 12, pp. 7-14, 13, pp. 7-12.
- MIRONOVITCH, V., 1955 - Variabilité des moyennes de pression au sol sur l'hémisphère Nord. Météorologie 37, pp. 11-17.

- MOFFITT, B.J., RATCLIFFE, R.A.S., 1972 - Northern Hemisphere monthly mean 500-millibar and 1000-500 millibar thickness charts and some derived statistics (1951-66). Geophysical Memoirs 16(117), Her Majesty's Stationery Office. Londres, 4 + 61 p.
- MONCEL (du), T., 1852 - Des observations météorologiques et de leur utilité, et de la manière dont il faut les faire. Mémoires de la Société Nationale Académique, p. 33.
- MONTALTO, M., CONTE, M., URBANI, M., 1972 - Le situazioni di blocco nel quadro della circolazione euroatlantica con particolare riferimento alla regione Europa-Mediterraneo. Rivista di Meteorologia Aeronautica, 32, pp. 119-132.
- MONTALTO, M., CONTE, M., URBANI, M., 1972 - Le situazioni di blocco con durata inferiore a cinque giorni sulla regione euroatlantica nel ventennio 1951-70. Rivista di Meteorologia Aeronautica, 32, pp. 337-347.
- MONTALTO, M., CONTE, M., URBANI, M., 1973 - Confronto e sintesi delle caratteristiche dei sistemi di blocco di lunga e di breve durata sulla regione euroatlantica. Rivista di Meteorologia Aeronautica, 33, pp. 3-12.
- MOOR (de), G., 1972 - Traitement numérique de l'évolution statistique d'une couche limite atmosphérique complète. La Météorologie, pp. 1-41.
- MOORE, D.F., 1973 - Changing the weather. NOAA N° 3, 3, pp. 10-19.
- MORAND, F., 1971 - Premières recherches mésologiques en Laonnais. B.A.G.F., pp. 125-142.

- MOREL, P., 1973 - Dynamic meteorology. D. Reidel. Dordrecht, 10 + 622 p.
- MOREL, P., 1973 - Developments in technics of observing the atmosphere. Note 130, O.M.M., Genève, pp. 57-78.
- MOROZ, W.J., 1967 - A lake breeze on the eastern shore of Lake Michigan, observations and model. J. Atmos. Sci., 24, pp. 337-355.
- MOUNIER, J., 1964 - La saison pluviométrique indigente dans les régions océaniques du Sud-Ouest de l'Europe : Bretagne et Galice. Norois, 4, pp. 261-282.
- MOUNIER, J., 1966 - Quelques aspects locaux du climat littoral du Finistère. Etude climatique comparée entre le Nord et le Sud. L'Ouest Médical, 22, pp. 1241-1245.
- MOUREAUX, T., 1891 - Résumé des observations météorologiques faites par M. Hervé Mangon à Brécourt, Nonche, de 1868 à 1889. Ann. B.C.M., 8, pp. 61-121.
- MOUREAUX, T., 1892 - Résumé des observations météorologiques faites par M. Jules Reiset à Ecorcheboeuf (Seine-Inférieure) de 1873 à 1882. Ann. B.C.M., 8, pp. 161-178.
- MUELLER-GLEVE, J., HINZPETER, H., 1974 - Measurements of the turbulent heat flux over the sea. Boundary-Layer Meteorol., 6, pp. 47-52.
- MUNN, R.E., 1970 - Biometeorological methods. Academic Press, New-York, 336 p.
- MUNN, R.E., 1973 - Urban meteorology : some selected topics. American Meteorolog. Soc., pp. 90-93.
- MURRAY, R., 1972 - Monthly mean temperature related to synoptic types over Britain specified by PSCM indices.

- Met. Mag. 101, pp. 305-311.
- MURRAY, R., 1974 - Indicators of monthly mean temperature and rainfall for England and Wales based on antecedent monthly pressure anomalies over the Northern Hemisphere. Met. Mag. 103, pp. 70-73.
- MUDRICK, S.E., 1974 - A numerical study of frontogenesis. J. Atmos. Sci., 31, pp. 669-692.
- MUSSET, R., 1948 - La Bretagne. A. Colin, Paris, 214 p.
- MUSSET, R., 1960 - La Normandie. A. Colin, Paris, 220 p.
- MUSSET, R., 1963 - La distribution des pluies en France selon les saisons. Ann. Geog., pp. 264-283.
- NAMIAS, J., 1963 - Surface atmosphere interactions as fundamental causes of drought and other climatic fluctuations. Les changements de climat. Actes du Colloque de Rome. UNESCO, Paris, pp. 345-358.
- NAMIAS, J., 1973 - Thermal communication between the sea-surface and the lower troposphere. J. Phys. Oceanogr. 3, pp. 373-378.
- NAMIAS, J., 1972 - Experiments in objectively predicting some atmospheric and oceanic variables for the winter of 1971-1972. J. Appl. Met. 11, pp. 1164-1174.
- NANCOD, M.E., 1974 - Les effets de la turbulence et du cisaillement du vent à basse altitude. Bull. OACI 29(9), pp. 16-21.
- NORDLUNG, G., 1971 - The sea breeze in South Finland according to a numerical model. Ilmatieteen laifoksen toimituksia, 77, 28 p.

- NOVOTNA, D., VITEK, V., 1974 - Very short waves on quasi-stationary fronts. Stud. Geophys. Geodast. 2, pp. 186-190.
- NOYALET, A., 1972 - Effet d'interférence par rencontre de deux courants de perturbations d'origines différentes donnant des précipitations remarquables. Météorologie V-2, pp. 57-72.
- Observation and measurement of atmospheric pollution, 1974. Actes Conf. Tech. Helsinki, 1973.07.30/08.04. O.M.M. Genève, 20 + 655 p.
- Observations Météorologiques (Ponts-et-Chaussées, Seine-Inférieure).
- Observatoire populaire de Rpuen, 1897-1913.
- O'DONNOR, J.F., 1961 - Mean circulation patterns based on 12 years of recent northern hemispheric data. Mon. Weath. Rev. 89, pp. 211-228.
- OKE, T.R., 1970 - Turbulent transport near the ground in stable conditions. J. Appl. Met. 9, pp. 778-786.
- OKE, T.R., 1973 - City size and the urban heat island. Atmospheric Environment 7, pp. 769-799.
- OLBRÜCK, G., 1973 - Das Polarlufttief oder der kalte Wirbel. Der Seewart, 34, pp. 45-48.
- OLBRÜCK, G., 1973 - Die Okklusion. Der Seewart, 34, pp. 133-138.
- OLIVER, H.R., 1971 - Wind profiles in and above a forest canopy. Quart. J.R. Met. Soc. 97, pp. 548-553.
- ORBEL, 1969 - Jersey Weather. State of Jersey-Harbour and airport Committee. Meteorological. Departement 30, Jersey, 52 p.

- PALMEN, E., 1951 - The role of atmosphere disturbance in the general circulation. Quart. J.R. Met. Soc. 77, pp. 337-357.
- PALMEN, E., NEWTON, C.J., 1969 - Atmospheric circulation systems. Academic Press, New-York, 603 pp.
- PALFORDY, H.A., TILLOTSON, A.A., 1963 - Change of terrain roughness and the wind profil. Quart. J.R. Met. Soc. 90, pp. 147-165.
- PANDOLSKY, H.A., PETERSEN, E.L., 1972 - Wind profiles and change of terrain roughness at Ris. Quart. J.R. Met. Soc. 98, pp. 845-854.
- PARDE, J., 1966 - Arbres et forêts. A. Colin, 2 ed. Paris, 212 p.
- PASQUILL, F., 1972 - Some aspects of boundary layer description. Quart. J.R. Met. Soc. 98, pp. 459-464.
- PEARSON, R.A., 1973 - Properties of the sea breeze front as shown by a numerical model. J. Atmos. Sci. 30, pp. 1050-1060.
- PEDELABORDE, P., 1956 - La circulation générale de l'atmosphère. I.G., pp. 103-109.
- PEDELABORDE, P., 1957 - Les oscillations climatiques. I.G., pp. 154-159.
- PEDELABORDE, P., 1957 - Le tourbillon, principe général à la base de la climatologie dynamique. Ann. Géog. 358, pp. 461-498.
- PEDELABORDE, P., 1957-1958 - Le climat du Bassin parisien ; essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique. M.T. Génin, Paris, pp. 539 + 116.

- PEDELABORDE, P., 1958 - La thermoconvection. Rev. Géo. Pyr. et SW, pp. 121-134.
- PEDELABORDE, P., 1959 - Circulation atmosphérique sur les Pyrénées françaises. C.D.U., Paris, 57 p.
- PEDELABORDE, P., 1966 - Les données de la climatologie. Géographie générale, Encyclopédie de la Pléiade. Gallimard, Paris, pp. 13-84.
- PEDELABORDE, P., 1968 - Remarques sur les variations de volume des précipitations. Mélanges Maurice Pardé, Ophrys, Gap, pp. 499-504.
- PEDELABORDE, P., 1968 - Les bilans hydriques. Cahiers de Géographie du Québec, pp. 5-23.
- PEDELABORDE, P., 1970 - Introduction à l'étude scientifique des climats. 2e éd. S.E.D.L.S., Paris, 246 p.
- PEDELABORDE, P., 1970 - Les mathématiques élémentaires appliquées à la Géographie physique. C.D.U., Paris, 164 p.
- PEDELABORDE, P., 1973 - Les bilans d'énergie appliqués aux climats. Le taux de Bowen. Géogr. et Rech., pp. I-II.
- PEDELABORDE, P., 1974 - Le calcul du rayonnement terrestre effectif. Géogr. et Rech., pp. 5-20.
- PEDELABORDE, P., BIROT, P., BILLAUT, M., CAVALIER, D., 1956 - Problèmes climatiques sur la bordure Nord du monde méditerranéen. Ann. de Géogr., pp. 15-39.
- PEGUY, C.P., 1961 - Précis de climatologie, 1e éd. Masson, Paris, 468 p.
- PEGUY, C.P., 1968 - Sur la signification des régimes pluviométriques moyens. Les inégales durées de référence.

- Mélanges Maurice Pardé, Ophrys, Gap, pp. 504-515.
- REGUY, C.P., CHAPIN, G., 1956 - Intensité et covariation des précipitations journalières dans l'Ouest de la France. A.M.I.S. 43, pp. 507-514.
- REGUY, C.P., MOUNIER, J., 1968 - Une méthode de recherche climatique, l'analyse fréquentielle des précipitations tombées en 24 heures. Ann. de Géogr. 424, pp. 711-720.
- PENMAN, H.L., 1956 - Estimating evaporation transactions. American Geophysical Union 37, pp. 43-50.
- PERLAT, A., PETIT, M., 1961 - Mesures en météorologie. Gauthier-Villars, Paris, 394 p.
- PERRIN DE BRICHAMBAULT, C., 1963 - Rayonnement solaire et échanges radiatifs naturels. Gauthier-Villars, Paris, 300 p.
- PERRIN DE BRICHAMBAULT, C., 1968 - Modifications artificielles du temps et du climat. Possibilités d'interventions humaines. Météorologie, pp. 15-57.
- PERRIN DE BRICHAMBAUT, C., 1973 - Mesure des paramètres météorologiques à des fins d'études biologiques. Bioclimat 9, pp. 19-51.
- PERRY, A.H., 1972 - Weather, climate and tourism. Weather 27, pp. 199-203.
- PERRY, A.H., BARRY, R.G., 1973 - Recent temperature changes due to changes in the frequency and average temperature of weather types over the British Isles. met. Mag. 102, pp. 73-82.
- PETTA, G. - Benemerienze meteorologiche della "Société Royale de Médecine de Paris" nel corso del 18 secolo. Riv. Meteorol. Aeronaut. 33, pp. 268-269.

PETTERSSSEN, S., 1956 - Weather analysis and Forecasting.

Mac Graw Hill New-York, 428 + 266 p.

PETTERSSSEN, S., 1969 - Introduction to Meteorology, 3e ed.,

McGraw Hill, New-York, 333 p.

PETTERSSSEN, S., CALABRESE, P.A., 1959 - On some weather

influences to warming of the air by the Great Lakes
in Winter. J. Met. 16, pp. 646-652.

PHILLIPS, D.M., 1966 - The dynamics of the upper ocean.

Cambridge University Press, 261 p.

PIAGET, A., 1974 - Interprétation météorologique des images

à haute résolution destinées à la télédétection des
ressources terrestres. Esrp, 100, pp. 135-141.

PIELKE, R.A., 1974 - A three-dimensional numerical model of

the sea breezes over South Florida. Mon. Weath. Rev.,
102, pp. 115-139.

PINARD, J., 1968 - Le rôle des coulées d'air polaire dans

les températures saisonnières des climats tempérés.

Mélanges Maurice Pardé, Ophrys, Gap, pp. 517-530.

PITHOIS, C., 1964 - Le Val de Saire. La Dépêche, Cherbourg,

103 p.

PITTOCK, A.B., 1972 - How important are climatic changes ?

Weather, 27, pp. 262-272.

PLAISANCE, G., 1963 - Guide des forêts de France, 2e éd.

La Nef, Paris, 431 p.

PODZIMEK, J., 1973 - Contribution to the question of

condensation nuclei formation on the seashore.

J. Rech. Atmos. 7, pp. 137-152.

Poètes bas-normands, morceaux choisis. Editions de Scripta,
St-Lô.

POLHOV, A.P., 1972 - K voprosu o peremeschenii prizemnyh
bariceskih obrazovanij po potoku na izobri caskoj
poberhnosti 500 ml. Trudy GmC 108, pp. 70-82.

POND, S., SMITH, S.D., HAMBLIN, P.F., BURLING, R.W., 1966 -
Spectra of velocity and temperature fluctuations in
the atmospheric boundary-layer over the sea. J. Atmos.
Sci. 20, pp. 319-324.

POTHECARY, I.J.W., 1956 - Recent research on fronts.
Weather 12, pp. 147-150.

POURSIN, G., 1973 - Un exemple des difficultés de l'exploit-
ation géographique des Archives Historiques.
L'histoire du climat dans la Nièvre du XVème au XVIIIème
siècle. Acta Geographica, pp. 51-61.

POURSIN, G., 1973 - Les oscillations climatiques récentes
dans le Nivernais, 1894-1970. Norais, pp. 605-620.

PRIESTLEY, C.H.B., 1959 - Turbulent transfer in the lower
atmosphere. University of Chicago Press, 131 p.

PRIMAULT, B., 1954 - L'influence de l'insolation sur la
température du cambium des arbres fruitiers.
Rev. Romanche agric.

PRIMAULT, B., 1971 - Comparaison des méthodes climatique
et phénologique pour la détermination des vocations
culturales d'un lieu donné. Actes de la Société
helvétique des sciences naturelles, 151ème assemblée
annuelle du 8 au 10 Octobre 1971 à Fribourg, pp. 134-
135.

- QUENEY, P., 1954 - Les grands mouvements de l'atmosphère.
La Météorologie, pp. 195-208.
- QUENEY, P., 1956 - Mise au point des théories récentes sur
les grands phénomènes atmosphériques. B.A.G.F.,
pp. 30-38.
- QUENEY, P., 1974 - Eléments de Météorologie. Masson, Paris,
10 + 300 p.
- RAHAU, L., 1973 - Quelques considérations sur les prévisions
du temps à longue échéance. Météorologie et Hydrologie,
I, pp. 57-66.
- RAOUT, L., 1973 - La brise de mer à Biarritz. Bulletin du
Centre d'Etudes et de Recherches Scientifiques, T. 9,
pp. 243-249.
- RASCHKE, E., 1968 - Radiation balance of the Earth-
Atmosphere system from radiation measurements of the
Nimbus II meteorological satellites. NASA, Technical
Note 4589, 81 p.
- RASCHKE, E., 1971 - Radiation balance of the earth-atmosphere
system during June and July 1969 from Nimbus III.
Radiation measurements : some preliminary results.
Space Research XI, VI, Berlin, pp. 661-667.
- RASCHKE, E., 1972 - Die Strahlungsbilanz des Systems
Erde-Atmosphäre, Zeitschrift für Geophysik, 38(8),
p. 967-1000.
- RASCHKE, E., 1973 - Radiation balance of the Earth-Atmosphere
system from Nimbus III radiation measurements.
NASA, Technical Note D 7249, 73 p.

- RATCLIFFE, J.A., 1960 - Physics of the upper atmosphere. Academic Press, Londres, 586 p.
- RAULIN, V., 1851 - Observations pluviométriques faites dans la France septentrionale de 1668 à 1970 (Est, Neustrie, Bretagne). Gauthier-Villars, Paris, 812 p.
- READING, C.J. et al., 1973 - Recent research in the U.K. on the atmospheric boundary layer and air sea interaction. Quart. J. R. Met. Soc., no. 764-775.
- REITER, E.R., 1963 - Jet stream meteorology. University of Chicago Press, 515 p.
- REGNAULT, J., 1913 - Climatologie de la région granvillaise. Granville.
- Relevé des observations météorologiques de la Manche.
- Remarques sur le climat écologique de l'axe du Bray. Les températures minimales. 1971. Bulletin climatologique de Haute Normandie 46, pp. 31-39.
- Résumé mensuel du temps en France.
- Résumé mensuel du temps dans l'Ouest.
- RETALLACK, B.J., 1973 - Compendium of meteorology. VI, P2, physical meteorology, OMM, N° 364, 6 + 211 p.
- RICHARD, G., 1973 - Cours de météorologie. 2e éd., Ecole Militaire de la Flotte, Lannvéoc-Poulmic, 254 p.
- RIEHL, H., et al., 1954 - The jet stream. Met. Monog. 2, Amer. Meteorol. Soc., Boston, 100 p.
- RIEHL, H., 1965 - Introduction to the Atmosphere. McGraw-Hill, New-York, 365 p.
- RIERE, M., 1969 - Climat de l'Ouest de la France d'après les méthodes de Thornthwaite (période 1957-1966).

Notice d'information technique N° 21 : Météorologie
Nationale, Paris, 95 p.

RIVOLIER, C. et J., 1972 - Météoropathologie humaine.

Les Cahiers Sandoz, 22, III p.

ROCZNIK, K., 1972 - Der Wandel des Jahreszeiten Klimas in
Mittel-europa, Meteorol. Rdsch. 25, pp. 106-109.

ROCZNIK, K., 1973 - Sonnenaktivität und Jahreszeiten.

Witterung. Meteorol. Rdsch. 26, pp. 129-132.

RODEWALD, M., 1963 - Sea-surface temperatures of the North
Atlantic Ocean during the decade 1951-1960, their
anomalies and development in relation to the atmos-
pheric circulation. Les changements de climats.

Acte du Colloque de Rome, UNESCO, Paris, pp. 97-107.

RODEWALD, M., 1972 - Einige hydroklimatische Besonderheiten
des Jahrzehnts 1961-1970 im Nordatlantik und im Nord
polarmeere. Deutsche hydrographische Zeitschrift
25, pp. 97-117.

ROLL, H.U., 1965 - Physics of the marine atmosphere.

Academic Press, Londres, 8 + 425 p.

ROMER, J., 1970 - Variations de la température de la mer
au voisinage de la surface. Météorologie, pp. 1-13.

ROSSNECHT, G.F., ELLIOT, W.P., RAMSEY, F.L., 1973 -

The size distribution and inland penetration of
sea-salt particles. J. Appl. Met. 12, pp. 825-830.

ROUGERIE, G., 1967 - Biogéographie littorale, C.D.U., 119 p.

ROSMOND, T.E., 1973 - Mesoscale cellular convection.

J. Atmos. Sci. 30, pp. 1392-1409.

- ROULLEAU, J., TROCHON, R., 1952-1958 - Météorologie générale.
T. 1 - Structure verticale de l'atmosphère et les
phénomènes de rayonnement. T. 2 - Stabilité verticale
de l'atmosphère. Vents et turbulence atmosphérique.
Nuages et précipitations. Gauthier-Villars, Paris,
149 + 178 p.
- ROWLES, K., 1972 - Sea-Breeze front near the South coast
of England. Met. Mag. 101, pp. 153-154.
- RUDLOFF, W., 1973 - Die Aktinszentren der Atmosphäre.
Wetterlotse, 25, pp. 181-196.
- RÜGE, U., 1968 - Mehrjährige Zirkulationsschwankungen in
der Stratosphäre. Met. Abh. Fr. Univ., Berlin, 86 p.
- RUMF, G.R., 1968 - Climatology and the world's climates.
McMillan, New-York, 656 p.
- RUTTER, A.J., 1967 - Evaporation in forests. Endeavour, 26,
pp. 39-43.
- SAINT-PIERRE (de), M., 1963 - La côte normande. La Table
Ronde, Paris.
- SALTER, P.M., RICHARDS, C.J., 1974 - A memorable rainfall
event over Southern England. Met. Mag. 103,
pp. 255-268 et 268-300.
- SANSON, J., 1945 - Recueil de données statistiques relatives
à la Climatologie de la France. Mémor. 30. Météoro-
logie Nationale, Paris, 148 p.
- SANSON, J., 1954 - Le climat de la Normandie. Climatologie
statistique. Etudes Normandes, 31, pp. 653-668,
23, pp. 753-756.

- SAUVAGE (Abbé), 1892 - Chronique du froid en Normandie et dans le Nord de la France du 1er au XVIIIème siècle.
Rouen.
- SAWYER, J.S., 1956 - The vertical circulation at meteorological front and its relation to frontogenesis.
Proc. R. Soc., A 234, pp. 346-362.
- SAWYER, J.S., 1959 - The introduction of the effects of topography into methods of numerical forecasting.
Quart. J.R. Met. Soc. 85, pp. 31-43.
- SCHERESCHEWSKY, P., 1974 - La structure cellulaire de certains brouillards marins et les tourbillons cellulaires créés dans l'atmosphère par refroidissement rayonnant. C.R. Acad. Sci. B 278, pp. 905-907.
- SCHERHAG, R., 1964 - Einführung in die Klimatologie.
Westermann, Braunschweig, 3e éd., 128 p.
- SCHERHAG, R. et al., 1969 - Klimatologische Karten der Nordhemisphäre. Meteorol. Abh. Freie Univ. Berlin 100(1), 1-223 p.
- SCHNEIDER, R., McQUIGG, J.D., MEANS, L.L., KLUYKIN, N.K., 1974 - Applications of Meteorology to Economic and Social Development. Technical Note 132, OMM, Genève, 130 p.
- SCHNEIDER, S.H., GAL-CHEN, T., 1973 - Numerical experiments in climate stability. J. of Geophysical Research 78, pp. 6182-6194.
- SCHWERDT, R.W., 1973 - Ocean currents and coastal climate. Mariners. Weather log. 17, pp. 356-363.

- SEGUIN, B., 1973 - Rugosité du paysage et évapo-transpiration potentielle à l'échelle régionale. Agricultural Meteorology, 11, pp. 79-98.
- SEGUIN, B., 1973 - Rugosité du paysage et diffusion atmosphérique. Etude théorique à partir des équations de Sutton. Atmospheric Environment 7, pp. 429-442.
- SEGUIN, B., GIGNOUX, N., 1974 - Etude expérimentale de l'influence d'un réseau de brise-vent sur le profil vertical de vitesse du vent. Agricultural Meteorology, 13, pp. 15-23.
- Seine-Normandie. Eaux superficielles. A - Données climatiques du fief du Bassin. 1973. Cahiers Techniques N° 2. Agence Financière du Bassin "Seine-Normandie", Paris, 34 p.
- SELLERS, W.D., 1965 - Physical Climatology. Press University, Chicago, 272 p.
- SERRA, L., 1968 - Répartition temporelle et spatiale des périodes sèches, normales ou humides. Mélanges Maurice Pardé, Ophrys, Gap, pp. 615-622.
- SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE, 1953 - Les courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique, N° 550. Imprimerie Nationale, Paris, 276 p.
- SHARINVA, S.M., 1973 - The interaction between long waves and zonal circulation in a baroclinic atmosphere. Fluid Mechanics, Soviet Research, 2, pp. 27-36.
- SHAW, R.H., 1967 - Ground level climatology, a symposium presented at the Berkeley meeting of the American

- Assoc. for the Advancement of Science, A.A.A.S.,
Washington, 395 p.
- SHENK, W.E., SALOMONSON, V.V., 1972 - A multispectral
technique to determine sea surface temperature using
NIMBUS 2 data. J. of physical oceanography 2,
pp. 157-167.
- SHEPPARD, P.A., 1958 - Transfer a cross the earth's surface
and through the air above. Quart. J.R. Met. Soc. 84,
pp. 205-224.
- SHEPPARD, P.A., 1962 - Properties and processes at the
earth's surface in relation to the general circulation
of the atmosphere. Adv. Geophysics 9, pp. 77-96.
- SHEPPARD, P.A., 1968 - Global atmospheric research.
Weather, 23, pp. 262-283.
- SHEPPARD, P.A., 1969 - The atmospheric boundary layer in
relation to large-scale dynamics. The global circula-
tion of the atmosphere. Quart. J.R. Met. Soc. 95 ;
pp. 91-112.
- SIMPSON, J., 1969 - On some aspects of sea-air interaction
in middle latitude. Deep Sea Res. Suppl. to vol. 16,
pp. 233-261.
- La situation agricole de la France au 1er ... depuis 1964.
- SMITH, C.G., 1974 - Monthly, seasonal and annual fluctua-
tions rainfall at Oxford since 1815. Weather, 29,
pp. 2-16.
- SMITH, F.B., CARSON, D.J., OLIVER, H.R., 1972 - Mean wind-
direction shear through a forest canopy. Boundary-
Layer meteorology 3, pp. 178-190.

- SMITH, L.P., 1963 - The significance of climate variations in Britain. Changements de climat. Notes du Colloque de Rome. Unesco, Paris, 1963, 48-50.
- SMITH, F.J., 1969 - On the contribution of a limited region to the global energy budget. Tellus, 21, pp. 252-267.
- SPAR, J., 1973 - Supplementary notes on sea-surface temperature anomalies and model-generated meteorological histories. Mon. Weath. Rev. 101, pp. 767-773.
- SPETH, P., 1974 - Energetische Vergleichszahlen für Modellrechnungen der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation. Meteorol. Rdsch. 2, pp. 33-53.
- SPETH, P., 1974 - Horizontale Flüsse von sensibler und latenter Energie und von Impuls für die Atmosphäre der Nordhalbkugel. Meteor. Rdsch. 27, pp. 65-90.
- STARR, V.P., 1954 - Forecast for the year, June 1, 1954. Ian Allen Ltd, 128 p.
- STARR, V.P., 1954 - Commentaries concerning research in the general circulation. Tellus, 6, pp. 268-272.
- STEADMAN, R.G., 1971 - Indices of windchill of clothed persons. Science, 171, pp. 1031-1034.
- STEBLJANKO, J.A., 1973 - Svezaj' polja temperatury i konfiguracii polja h500. Trudy, GIMC, 106, pp. 69-77.
- STERN, A.S., 1968 - Air pollution. Academic Press, New-York, 694 p.
- STEWART, R.W., 1974 - The air-sea momentum exchange. Boundary-Layer Meteorol. 6, pp. 151-167.
- STIDD, C.K. et al., 1973 - Climatic changes on time scales

- ranging from a month to millenia. Bull. Amer. Met. Soc. 54, pp. 425-432.
- STONE, P.H., 1966 - Frontogenesis by horizontal wind deformation fields. J. Atmos. Sci. 23, pp. 455-465.
- STRONG, A.E., 1972 - The influence of a Great Lake Anti-cyclone and the Atmosphere Circulation. J. Appl. Met., II, pp. 598-611.
- SUMNER, E.J., 1954 - A study of blocking in the Atlantic-European sector of the northern hemisphere. Quart. J.R. Met. Soc. 80, pp. 402-416.
- SUTCLIFFE, R.C., 1956 - Water balance and the general circulation of the atmosphere. Quart. J.R. Met. Soc. 82, pp. 385-395.
- SUTCLIFFE, R.C., 1963 - Theories of recent changes of climate. Changements de climat. Actes du Colloque de Rome, UNESCO, Paris, 1963, pp. 277-284.
- SUTTON, O.G., 1953 - Micrometeorology. McGraw-Hill, New-York, 333 p.
- Tableaux climatologiques mensuels.
- Tables of temperature, relative humidity, precipitation and sunshin for the world. III. Europe and the Azores.
- M. et O., 856 c. Meteorological Office. Her Majesty's Stationery Office, Londres, 14 + 228 p.
- Techniques d'études des facteurs physiques de la biosphère.
1970. I.N.R.A., Paris, 554 p.
- Techniques et pratiques agricoles de la Seine-Maritime,
- depuis 1953.

- TEICH, M., 1971 - Der Verlauf der Jahresmitteltemperaturen im nordatlantisch-europäischen Raum in den Jahren 1851-1970. Meteorol. Rdsch. 24, pp. 147-148.
- TEICH, M., 1974 - Zur Vorhersagbarkeit monatlicher Mitteltemperaturen. Meteorol. Rdsch. 27, pp. 11-17.
- Température de la mer sur le Proche Atlantique, 1974. Metmar 83, pp. 29-32.
- TENEHAUS, M., PRIEURET, B., 1974 - Analyse des séries chronologiques multidimensionnelles. Rev. Fr. Autom. Inf. Rech. Oper., pp. 5-16.
- THEVENET, 1876 - Quelle est l'action de la mer sur les côtes de France ? Annales des 5 départements de la Normandie. XLII, n. 215-216.
- THOM, H.C.S., 1972 - Quelques méthodes de l'analyse climatologique. Note technique 81, O.M.M., 199, Genève, 22 + 60 p.
- THOMPSON, R., 1974 - Numeric calculation of turbulent diffusion. Quart. J.R. Met. Soc. 97, pp. 93-98.
- THOMPSON, R., 1974 - The influence of geostrophic shear on cross-isobar angle of the surface wind. Boundary Layer Meteorol. 6, pp. 515-518.
- THORNTHWAITE, C.W., 1954 - The measurement of potential evapo-transpiration. Seabrook, New-Jersey, 225 p.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R., 1955 - The moisture balance. Publications in Climatology 8, N° 1, Laboratory of Climatology Centerton, N.J., 104 p.
- TREWARTHA, 1961 - The Earth's Problem Climates. McGraw-Hill, New-York, 344 p.

- TREWARTHA, G.T., 1968 - An Introduction to climate, 4e ed., McGraw-Hill, New-York, 408 p.
- TRIPLET, J.P., ROCHE, C., 1971 - Météorologie générale. Météorologie Nationale, Paris, 317 p.
- TROLLER, M., 1963 - Kaltfrontdurchgänge in der Schweiz bei nord-westlichen Höhenströmung. Jures-Verlag, Zürich, 57 p.
- TROMP, S.W., 1972-1974 - Progress in Human Biometeorology. T. I et III. Swets, Zeitlinger. Lisse, 726 + 157 p.
- TSCHIRHART, G., 1969 - Causes et caractéristiques de la sécheresse. Bulletin Technique d'Information. Météorologie et agriculture, 237, pp. 79-81.
- TSCHIRHART, G., 1974 - Caractéristiques physiques générales des brouillards. Météorologie Nationale. Monog. 92. Paris, 48 p.
- TSCHIRHART, G., CAROFF, J., 1965 - La pollution atmosphérique. Etude climatologique de la stabilité des basses couches atmosphériques dans la région du Havre. E.O.F., Centre de Recherches et d'Essais de Chatou.
- TSCHIRHART, G., 1967 - Etude de la pollution atmosphérique de la ville du Havre. E.O.F., Service des Etudes et Recherches, 34 p. + 34 p.
- TURC, L., 1954-1955 - Le bilan d'eau des sols : relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement. Thèse de Doctorat ès Sciences, Annales de l'INRA. A- Annales agronomiques, 1954, pp. 491-495, 1955, pp. 5-131.

- TURC, L., 1961 - Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapo-transpiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise à jour. Annales Agronomiques, pp. 13-49.
- TURC, L., 1968 - A propos d'indices climatiques. Mélanges Maurice Pardé, Ophrys, Gap, pp. 683-698.
- TURMEL, J.M., 1949 - Végétation de la côte Ouest du continent. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., XXVIII, no. 1-2.
- VADOT, L., 1974 - Etude de la pollution dans les zones côtières. Pollut. Atmos. 16 (13), pp. 517-517.
- VALLOT, J., 1920 - Climatologie comparée des régions côtières de France au point de vue météorologique. Congr. Hyg. et Climat. de Monaco, pp. 163-228.
- VAN DEN DUOL, H.B., VAN DIJK, W., 1973 - Investigations of the 500 mb level in relation to the general circulation. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie A, 22, pp. 345-366.
- VAN HANNE, J.C., 1971 - Détermination des variations saisonnières caractéristiques de la circulation méridienne moyenne dans l'hémisphère Nord. Beitr. Phys. Atmos., 44, pp. 115-126.
- VAN MIEGHEEN, J., 1961 - Le bilan de l'énergie disponible transformable en énergie cinétique dans l'atmosphère. J. Mec. Phys. Atmos. II, 10, pp. 49-71.
- VAN MIEGHEEN, J., 1973 - Atmospheric Energetics. Clarendon Press, Oxford, 306 p.
- VASIL'EV, P.P., 1973 - The formation of atmospheric action centers. Fluid Mechanics, Soviet Research, 2(3), pp. 11-26.

- VASSY, E., 1966 - Physique de l'atmosphère, t. III.
Gauthier-Villars, Paris, 287 p.
- VELTISCHEV, N.F., WEILLER, A.R., 1972 - Théorie des nues
de nuage. Météorologie, 22, pp. 69-83.
- VERYARD, R.G., 1963 - Aperçu des études relatives aux varia-
tions climatiques intéressant la période pour laquelle
on dispose d'observations météorologiques.
Changements de climat. Actes du Colloque de Rome,
UNESCO, Paris, pp. 17-35.
- VIALAR, J., 1957 - Cours élémentaire de mécanique de
l'atmosphère. Météorologie Nationale, Paris, 125 p.
- VIALAR, J., 1968 - Calcul des Probabilités et Statistiques.
Météorologie Nationale, Paris, 156 + 211 + 232 + 128 +
36 p.
- VIAUT, A., 1956 - Météorologie du navigant. Blondel La
Rougery, Paris, 284 p.
- VIGOT, 1913 - La côte de la Manche, de l'Orne à La Hève,
Hydrologica, pp. 177-178.
- La Ville nouvelle du Vaudreuil, 1973. Documentation
française. Environnement, Paris, 181 p.
- VILLION, P., 1956 - Observations faites au cours de l'au-
tomne 1956 à Bayeux sur quelques anomalies de la
végétation. Bull. Soc. Lin. de Norm. 9, pp. 43-44.
- VINCENT, R.- Le Pays d'Auge, étude régionale. Thèse dact.,
237 p.
- VØL'TSINGER, N.E. et al.- Investigation of sea-air inter-
action. Fluid Mechanics, Soviet Research, 2(3),
p. 33-34.

- WACHTER, H., 1974 - La Météorologie. Flammarion, Paris, 128 p.
- WAHL, E.W., 1972 - Climatological studies of the large-scale circulation in the Northern Hemisphere. Mon. Weath. Rev. 100, pp. 553-564.
- WALLINGTON, C.C., 1963 - Mesoscale patterns of frontal rainfall and cloud. Weather, 18, pp. 171-181.
- WAMSER, C., STILKE, G., 1974 - Die divergenz des turbulenten Stroms sensibler Wärme und die Temperaturänderung, ein Tagesgang gemessen am 300 m hohen sendemast des N.D.R. Metorolog. Rdsch. 27, pp. 1-4.
- WARNER, J., 1972 - The structure and intensity of turbulence in air over the sea. Quart. J.R. Met. Soc. 98, pp. 175-186.
- WARNER, J., 1973 - Spectra of the temperature and humidity fluctuations in the marine boundary layer. Quart. J.R. Met. Soc. 99, pp. 62-70.
- WATTS, A., 1970 - Quel temps va-t-il faire, Hatier, Paris, 64 p.
- WEILLER, A.R., 1970 - Théorie préliminaire des nues de nuage. La Météorologie, pp. 69-81.
- WEISHET, W., 1951 - Die Baumneigung als Hilfsmittel zur geographischen Bestimmung der Klimatischen Windverhältnisse. Erkundung 5(3), pp. 221-227.
- WELSCH, R., 1972 - Les gelées printanières. Bull. Climatol. mensuel des Deux-Sèvres 31, pp. 7-8.
- WELLY, J.L., THURTELL, G.D., PANNER, C.B., 1971 - Eddy correlation measurements of sensible heat flux near

- the earth's surface. J. Appl. Met. 9, pp. 45-50.
- WICKAM, P.G., 1970 - The practice of weather forecasting. HMSO. Londres, 187 p.
- WIIN-NIELSEN, A., 1973 - Compendium of meteorology. V. I, PI dynamic meteorology, OMM, N° 364. Genève, 6 + 334 p.
- WILLIAMS, R.T., 1967 - Atmospheric frontogenesis a numerical experiment. J. Atmos. Sci. 24, pp. 617-641.
- WILLIAMS, R.T., PLOTKIN, J., 1968 - Quasi-geostrophic frontogenesis. J. Atmos. Sci. 25, pp. 201-206.
- WIPPERMANN, F., 1973 - Ein Vergleich zeitlich veränderlicher Konzentration von Luftbeimengungen mit denjenigen der entsprechenden stationären Falle. Meteorol. Rdsch. 26, pp. 11-18.
- WU, J., 1969 - Wind stress and surface roughness at air-water interface. J. Geophys. Res. 74, pp. 444-454.
- WU, J., 1973 - Spray in the atmospheric surface layer : laboratory study. J. Geophys. Res. 78, pp. 511-519.
- YEH, G.T., 1974 - Interaction between the atmospheric and Oceanic boundary layers. Boundary-Layer Meteorol. 7, pp. 21-37.
- YEVOJEVICH, V.M., 1963 - Climatic fluctuations studied by using annual flows and effective annual precipitations. Changements de climat. Actes du Colloque de Rome. UNESCO, Paris, pp. 183-200.

ZADCEVA, N.A., KAZAKOVA, N.N., 1971 - Temperatura-vetrovye
i aktinometricheskoe radiozondirovaniye atmosfery v
atlanticheskom okeane ot 50° S.S. do 60° Juc.
Trudy, 57, pp. 196-211.

TABLE DES MATIÈRES

| | <u>Pages</u> |
|--|--------------|
| <u>INTRODUCTION</u> | |
| UNE ETUDE SURTOUT REGIONALE DU CLIMAT. | 5 |
| <u>PREMIÈRE PARTIE</u> | |
| PRELUDE A L'ETUDE DU CLIMAT NORMAND. | 9 |
| CHAPITRE I - Description sommaire du climat. | 13 |
| CHAPITRE II - Problèmes de méthodologie. | 35 |
| I- Rareté et mauvaise répartition des stations
d'observation bien équipées. | 36 |
| II- Recherche de limites régionales. | 48 |
| <u>DEUXIÈME PARTIE</u> | |
| RECHERCHE DE CRITÈRES | |
| POUR UNE CLASSIFICATION DES TYPES DE TEMPS. | 65 |
| CHAPITRE III - Les masses d'air. | 71 |
| I- L'influence des masses d'air sur les
températures. | 73 |
| II- L'influence des masses d'air sur les
précipitations. | 94 |
| III- Masses d'air et vents. | 99 |
| IV- Masses d'air et types de temps. | 110 |

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE IV - Influence de la direction des masses d'air sur le temps. | 117 |
| I- La direction des masses d'air en hiver et son influence sur le temps. | 118 |
| A- L'influence de la direction des isobares sur les températures pendant l'hiver. | 119 |
| B- L'influence de la direction des isobares sur la pluviosité. | 127 |
| C- Son influence sur les vents. | 130 |
| II- La direction des masses d'air en été et son influence sur le temps. | 144 |
| A- L'influence de la direction des masses d'air sur les températures pendant l'été. | 145 |
| B- L'influence de la direction des masses d'air sur les précipitations pendant l'été. | 149 |
| C- Masses d'air et direction des isobares en été. | 152 |
| CHAPITRE V - Les fronts. | 155 |
| I- Fronts et masses d'air. | 158 |
| A- La température et les types de fronts. | 161 |
| B- Les précipitations et les types de fronts. | 177 |
| C- Fronts et vents. | 186 |
| D- Le front méditerranéen. | 188 |
| E- Conclusion. | 189 |
| II- Les fronts chauds. | 191 |
| III- Les fronts froids. | 203 |
| IV- Les groupements de fronts. | 215 |
| A- Les fronts isolés. | 216 |

| | |
|---|-----|
| B- Les perturbations formées de plusieurs fronts. | 217 |
| C- Les divers aspects du vieillissement
d'une perturbation. | 229 |
| D- Cas particuliers. | 245 |
| V- Conclusion. | 251 |
| CHAPITRE VI - L'influence de la pression. | 253 |
| I- Pressions et précipitations. | 254 |
| A- L'influence des hautes pressions. | 255 |
| B- Précipitations et basses pressions. | 257 |
| II- Pressions et températures. | 267 |
| III- Pressions et vents. | 272 |
| CHAPITRE VII - L'influence de la situation en altitude. | 277 |
| I- Recherche d'une méthode pour l'étude de la
situation en altitude. | 279 |
| A- L'influence du type de courant. | 279 |
| B- L'influence de la température de la
surface à 500 millibars. | 282 |
| C- Influence de la vitesse du courant en
altitude. | 296 |
| D- La position de la station par rapport
au déplacement du courant d'altitude. | 311 |
| II- L'évolution de la circulation en altitude. | 322 |
| A- Circulation en altitude et type de temps. | 323 |
| B- L'organisation de la circulation en
altitude. | 324 |
| III- Les principaux caractères de la circulation.
en altitude au cours de l'année. | 331 |
| A- La situation en hiver. | 331 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| B- La situation au printemps. | 344 |
| C- La situation en été. | 346 |
| D- La situation en automne. | 359 |
| Conclusion. | 361 |
| CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE. | 363 |

TROISIÈME PARTIE

| | |
|---|-----|
| LES TYPES DE TEMPS. | 365 |
| CHAPITRE VIII - Les types de temps anticycloniques. | 371 |
| I- Les types de temps anticycloniques en hiver. | 373 |
| A- Anticyclones et masses d'air. | 374 |
| B- Anticyclones et situation en altitude. | 394 |
| C- Anticyclones et variations de la masse d'air. | 399 |
| D- Etude des principaux types de temps anticycloniques d'hiver. | 404 |
| II- Les types de temps anticycloniques en été. | 421 |
| A- Les divers aspects des anticyclones de 1951 à 1961. | 420 |
| B- Les anticyclones et l'origine des masses d'air de 1951 à 1965. | 430 |
| C- Quelques exemples d'anticyclones d'été. | 435 |
| III- Les types de temps anticycloniques au printemps. | 446 |
| A- Passage d'un anticyclone de type hivernal à un anticyclone estival. | 446 |
| B- Avril 1971 : exemple d'un réchauffement inégal de la température. | 449 |
| C- Précocité ou retard de ce réchauffement des anticyclones en fonction de leur type. | 451 |
| D- Caractères originaux des types de temps anticycloniques au printemps. | 456 |

| | |
|---|-----|
| IV- Les types de temps anticycloniques en
automne. | 461 |
| A- Les anticyclones en Septembre. | 464 |
| B- Les anticyclones en Octobre. | 465 |
| C- Les anticyclones centrés sur l'Europe
centrale et dirigeant un flux de Sud-Est. | 466 |
| D- Les anticyclones en Novembre. | 468 |
| E- Les masses d'air en automne. | 469 |
| V- Les nuances régionales des types de temps
anticycloniques. | 471 |
| A- En hiver. | 471 |
| B- Au printemps. | 474 |
| C- En été. | 477 |
| D- En automne. | 478 |
| CHAPITRE IX - Les types de temps perturbés. | 481 |
| SECTION 1 - Marais barométriques et blocage des
perturbations. | 485 |
| I- Le marais barométrique. | 485 |
| A- Le marais barométrique chaud. | 486 |
| B- Le marais barométrique surmonté par un
air relativement froid au sein d'une
dorsale de hautes pressions. | 490 |
| C- Marais barométrique froid. | 492 |
| II- Le blocage des perturbations. | 497 |
| A- Le type de blocage. | 499 |
| B- Le dynamisme et la trajectoire de
la perturbation. | 501 |
| C- Les différences saisonnières. | 503 |

| | |
|--|-----|
| SECTION II - Les temps perturbés chauds
(trajectoires lointaines). | 515 |
| I- Le cas général. | 515 |
| II- Les influences saisonnières. | 518 |
| a- Faible variation de la pluviosité. | 518 |
| b- Différences saisonnières de température. | 522 |
| SECTION III - Les temps perturbés chauds
(trajectoires proches). | 533 |
| I- Exemples de temps perturbés chauds à
trajectoires proches. | 534 |
| II- Les variations saisonnières. | 536 |
| SECTION IV - Les temps perturbés pluvieux
(trajectoires au-dessus de la
Normandie). | 551 |
| I- Les temps de Sud-Ouest. | 552 |
| A- Maintien du courant rapide d'altitude
sur la région. | 556 |
| B- Déplacement rapide du courant d'altitude
vers l'Est. | 561 |
| II- Les temps d'Ouest. | 564 |
| A- Perturbations peu actives. | 570 |
| B- Perturbations surmontées d'une coulée
froide. | 572 |
| C- Passage d'un point double ou d'un point
triple sur la Normandie. | 574 |
| D- Le type tourbillonnaire. | 575 |
| III- Les types de Nord-Ouest. | 578 |
| SECTION V - Les temps perturbés froids. | 591 |
| I- Les trajectoires africaines. | 592 |
| A- Les perturbations dont la traîne est de
même direction que la trajectoire :
exemple le 3 Août 1947. | 596 |

| | |
|---|-----|
| B- Les perturbations accompagnées d'une
dépression : les 13 et 14 Février 1970. | 599 |
| C- Les trajectoires de W6. Exemple des
6 et 7 Janvier 1963. | 502 |
| II- Les temps perturbés de Nord ou de Nord-Est. | 604 |
| A- Les perturbations de Nord. | 609 |
| B- Les temps de Nord-Est. | 612 |
| III- Les temps perturbés de Sud-Est. | 615 |
| IV- Une décade de types de temps froids. | 622 |
| CHAPITRE X - La répartition des types de temps au
cours des saisons et au cours de l'année
moyenne. | 627 |
| I- La répartition des types de temps au cours
des saisons. | 628 |
| A- L'hiver. | 628 |
| B- Le printemps. | 633 |
| C- L'été | 636 |
| D- L'automne. | 639 |
| II- L'année-type. | 641 |
| III- Les temps exceptionnels. | 644 |
| A- Fortes chaleurs ou grands froids. | 644 |
| B- Sécheresse et fortes pluies. | 649 |
| C- Les méfaits du vent. | 657 |
| CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE. | 661 |

QUATRIÈME PARTIE

LES CLIMATS RÉGIONAUX 663

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE XI - Définition et limites du climat côtier. | 667 |
| I- Définition du climat littoral. | 668 |
| II- Variations de la température et climat littoral. | 669 |

| | |
|--|-----|
| III- Pluviosité et proximité de la côte. | 66 |
| IV- Vent et proximité de la côte. | 692 |
| CHAPITRE XII - Les problèmes spécifiques de la côte. | 69 |
| I- Le vent. | 699 |
| A- Comment la masse d'air aborde-t-elle
le continent ? | 741 |
| B- Le phénomène de brise de mer existe-t-il ? | 725 |
| II- L'influence du vent sur les températures. | 745 |
| III- L'influence du vent sur les pluies. | 751 |
| CHAPITRE XIII - Les divers secteurs côtiers de
Normandie. | 763 |
| I- La côte très éventée de Barfleur à Granville. | 763 |
| A- De La Hague à Carteret. | 764 |
| B- La côte Nord. | 771 |
| C- La côte de Carteret à Granville. | 774 |
| II- La côte éventée du Pays de Caux. | 780 |
| III- La côte abritée de Barfleur à l'embouchure de
la Seine. | 786 |
| IV- La côte abritée au Sud de Granville. | 795 |
| Conclusion. | 798 |
| CHAPITRE XIV - Les limites régionales des climats
normands. | 807 |
| I- La carte de floraison des pommiers. | 807 |
| II- Les différences régionales soulignées
par les cartes de végétation. | 815 |
| A- La frange côtière. | 815 |
| B- Au Nord de la Seine. | 817 |
| C- Au Sud de la Seine. | 817 |

| | |
|---|-----|
| III- Les grandes orientations pour une étude régionale du climat. | 819 |
| A- Les hauteurs et lignes de partage des eaux. | 821 |
| B- Les forêts. | 822 |
| SECTION I - Les régions océaniques. | 825 |
| I- La région maritime océanique. | 825 |
| A- Cette région est fraîche en hiver. | 827 |
| B- Le printemps est tardif. | 832 |
| C- Les étés sont nettement plus chauds que sur la côte. | 833 |
| D- Deux subdivisions régionales apparaissent nettement. | 835 |
| II- La dégradation du climat océanique vers le Sud. | 837 |
| III- La dégradation océanique vers l'Est, le climat du Pays de Caux. | 839 |
| A- Les hivers sont moyennement froids. | 839 |
| B- Le printemps est un peu plus précoce que dans le Cotentin. | 841 |
| C- Les étés restent frais. | 842 |
| D- L'automne est plus frais vers l'Est. | 844 |
| E- Le Pays de Caux est éventé dans la moitié occidentale. | 845 |
| F- Les précipitations de saison froide diminuent de l'Ouest vers l'Est. | 845 |
| IV- Les régions maritimes abritées : la Plaine de Caen et le Nord du Pays d'Auge. | 847 |
| A- L'étude des températures à Carpiquet et à Lieury. | 847 |
| B- L'étude des températures à la Maladrerie, Sainte-Honorine-du-Fay, Lisieux et Fresné-la-Mère. | 850 |

| | |
|--|-----|
| C- Les précipitations. | 855 |
| D- Les brouillards. | 859 |
| E- Les vents. | 860 |
| Conclusion. | 862 |
| SECTION 2 - Les régions de l'intérieur. | 862 |
| I- La vallée de la Seine. | 862 |
| A- Des nuances climatiques existent entre
le fond et le bord de la vallée. | 863 |
| B- Le climat évolue progressivement de
l'Epte à La Hève. | 871 |
| II- Les plateaux de la Normandie centrale et
orientale. | 875 |
| A- L'amplitude est plus forte et les étés
plus chauds. | 875 |
| B- La sécheresse domine. | 880 |
| III- Les parties méridionales de la Normandie. | 882 |
| IV- Les régions barrières de la Normandie :
Bocage, Haut Pays d'Augo et de l'Ouche,
Pays de Lyons, Bray. | 888 |
| A- En hiver, les terres les plus basses
sont les plus froides. | 888 |
| B- Les températures croissent rapidement
au printemps. | 892 |
| C- Les températures sont les plus élevées
de la Normandie en été. | 893 |
| D- Les pluies sont moyennes (à l'exception
de celles des hauteurs). | 896 |
| E- Les nuances locales des hauteurs normandes. | 907 |
| Conclusion. | 926 |

| | |
|--|----------|
| CHAPITRE XV - L'évolution du climat. | 935 |
| I- Un siècle d'études fragmentaires du climat normand. | 936 |
| II- Etude des longues séries. | 955 |
| A- La série de Sainte-Honorine-du-Fay. | 958 |
| B- La série de Rouen. | 961 |
| C- La série de Caen. | 965 |
| D- La série de Cherbourg. | 967 |
| III- Deux siècles de climat normand. | 969 |
| A- L'évolution des précipitations. | 971 |
| B- La variation des températures. | 980 |
| Conclusion. | 987 |
|
<u>CONCLUSION</u> |
991 |
|
BIBLIOGRAPHIE |
995 |
|
TABLE DES MATIERES |
1071 |



